

534

A-40TA

This book is due back on or before the
date last stamped. A fine of *one*
anna will be charged for each day
the book is kept over time.

2348

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۶۶	۴ اور ۵	اور زیادہ قریب	جتنا قریب ہو ناممکن
۱۶۷	۱	ہو سکیگا -	ہو قریب ہو جائیگا
۱۷۱	۲	دیکھو لو	دیکھ لو
۱۷۳	۶	کی الغولی معلول	کے الغولی معلول
۱۷۴	۱۸	فٹ بتی	فٹ بتی
۱۷۵	۱۱	پتی	پتی
"	آخری	صنی	صنی
۱۷۶	۲	پہلے کے	پہلے
۱۸۰	۱۲	اس کا	اس کا
۱۸۲	۱۴	طاقت تنویر کا ایک	طاقت تنویر کا ایک
۱۸۴	۳	موم بتی سے	موم بتی سے
۱۸۷	۱۴	ماثل	ماثل
"	۱۸	لہذا اس	لہذا اس
		مکشفہ	مکشفہ
		ترین	ترین

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جاوے
۱۲۶	۵	(۹۵)	(۹۵)
"	۸	پیاٹشی	پیاٹشی
۱۲۷	۸	(ح)	(خ)
۱۳۱	۱۰	گو	کو
۱۳۳	۱ اور ۲	دونوں سطیں اس	سطوں میں سے کوئی سطح
		کی جانب محذب ہوں	اس کی جانب محذب ہو
۱۳۹	۷	آء ب ۲	ا ۲ ب ۲
۱۴۵	۱۷	سمت	سمت
۱۵۰	۱۱	مکثفہ نور	مکثف نور
۱۵۱	۲	(جوابی)	(تظہیری)
"	شکل ۵۴ میں	ظیل دائیہ والا	ظیل ڈائے والا
۱۵۲	۱۰	شخص پر	شخص کے
"	۱۷	ا۔ ک	ا۔ ک
۱۵۸	۵	سہارا جانا	رکھا جانا
"	۱۶	ہوتا ہے	ہو
"	۲۰	ایک لونی	ایک لونی
۱۵۹	۱۵	بٹھائے	جھے ہوئے
۱۶۳	۱۲	دور بین میں	دور بین میں
۱۶۴	۱۴	پہرتے	پہیرتے
"	آخری	پیاٹش	پیاٹش

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۸۱	۱۵	آئینو	آئینہ
۸۳	۱۳	چھوٹے	چھوٹی
"	۱۵	مگی	مگی
۸۸	۱۲	سے	سے
"	آخری	سے	سے
۹۳	۱۵	محور	محور
"	۱۶	تو وہ	تو وہ
۹۹	۲۱	منہ	منہ
"	۲۳	بات رکھنی	بات یاد رکھنی
۱۰۰	۹	ایک حقیقی	حقیقی
۱۰۵	۶	طریقہ	طریقہ
۱۰۶	۱۲	ایکین	لیکن
۱۰۹	۲	گرو۔ اور والین	گرو۔ اور الین
۱۱۰	۱۰	ٹیل	ٹیل
۱۱۵	۱۸	انعطاف نا	انعطاف نا
۱۱۶	۲	بائع	بائع
۱۱۶	۶	"	تابع
۱۲۰	۲	کنسر کے آگے مساوات کی علامت	کنسر کے آگے مساوات کی علامت
		(=) بڑھادی جائے۔	
۱۲۱	۱۱	عرضی	عرضی
۱۲۲	۱۳	چمیر	چمیر
۱۲۳	۶	موزوں	موزوں
۱۲۵	۱۶	بھ	بھ

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۵۶	۱	کی مستوی	کے مستوی
"	۱۶	اسکی	اسکو
۵۷	۳	داٹرو	داٹرہ
۵۹	۸	واقع شفا	واقع شعاع
۶۰	۱۵	زاویہ (ڈ)	زاویہ (سنا)
"	آخری	ایک تاؤ	تاؤ
۶۱	۸	رشنی	روشنی
"	۱۶	شعاع - واقع	شعاع واقع
۶۲	۱۰	متذکرہ x	متذکرہ
۶۳	۱۱	شعاع -	شعاع
۶۸	۱۹	ہے	ہے
۶۹	۳	ہوا م پانی	ہوا م شیشہ
۷۰	۲	ق ، ق	ق ، ق
۷۱	۵	ق ع	ق ع
"	۷	س ع	س ع
"	"	س ع	س ع
"	۸	لی جائیں	لئے جائیں
۷۳	۱۵	گسہ	کسر
۷۷	۳	کے ایک	کے
۷۹	۳	اُسی	اُس
۸۰	۱۲	کہنگے	کہنگے
۸۱	۴	اباعد	ابتداء
"	۶	پنسل ایک	پنسل

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۴	۲۳	چھوٹے	چھوٹے
۱۸	۱۴	میدن کی شکلوں	میدنوں کی شکل
۲۰	۳	ینگ کے لچک کا	ینگ کا لچک کا
۲۴	۱۴	ایک کئی	کئی
"	۱۶	دزن کی	دزن کے
"	۱۷	باٹیں	باٹ
۲۵	۸	ایک دوری	دوری
۲۸	۲۱	ترتیب دو	ٹھیک کرو
۳۱	۶	جاول	جدول
۳۵	۱۰	ایک تار	تار
"	۱۲	ایک کافی	کافی
"	۱۳	کرتیا جائے	کر لی جائے
۳۶	۱۶	ہوتے ہیں -	ہیں -
۳۷	۶	تفسیر	تفسیر احت
۴۱	۲۰	خاص	خاص
۴۳	۱۱	عالم	عالم
۴۴	۳۰	الپتوں	الپتوں
۴۹	۴	یک مستوی	ایک مستوی
۵۱	۱۸	کلاس	کلاس
۵۲	۹	ن ش	ن ش
"	آخری	کھینچ کر	کھینچ کر
"	"	الپین	الپین
۵۵	۷	سلف	سلف

اغلاط نامہ

طبیعی عملی - آواز و روشنی

آواز

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱	۸	آواز کی تعین	آواز کی تقابلی تعین
۵	۱۱	$\frac{17}{2}$ ش	$\frac{2}{1}$ ش
۲	۱۵	حذر المربع	حذر المربع
۳	۲	کسی معمولی پیش پر	کسی بھی معمولی پیش پر
۳	۱۸	اباعد	اباعد
۸	۲۴	۱ ل =	۱ ل =
"	۲۵	۲ ل =	۲ ل =
۹	۶۹	$\frac{17}{2} = \frac{17}{2}$	$\frac{17}{2} = \frac{17}{2}$
۱۴	۱۲	آرگن تلی	آرگن علی

Principal focus	اصلی ماسکہ
Prism	منشور
Projection lens	نخل ڈالنے والا علسہ
Protractor	زاویہ پیم
R Range-finder	حد گیر - ریج فائنڈر
Real	حقیقی
Reciprocal	متکافی
Refractive index	انعطاف نما
Rotation	تحویل
Rumford	ریمفورڈ
S Sagitta	سیکٹا یا عمق قوس
Sextant	الہ سدس
Spark	شرارہ
Spectroscope	طیف نما
Symmetric points	متشاکل نقطے
T Telescope	دور بین
Tenth-metre	دسوا میٹر
Terminal	سیرا
Total internal reflection	کلی داخلی انعکاس
Turn-table	ٹرن ٹیبل یا گردشی میز
V Vacuum tube	خلائی نلی
Virtual	تجازی
W Wilson (Dr: W)	ڈاکٹر ویلیوولسن

G Grubb (Sir Howard)	سر ہارڈ گرب
H Horizon glass	افقی شیشہ
I Incandescent	سفید روشن
Image	خیال
Index glass	اندکس شیشہ یا تائندہ شیشہ
Induction coil	امالی پلجا
Interpolation curve	ادراجی منحنی
Iris	پردہ غنیمہ
J Joly	جولی
L Leyden Jar	لایڈن کامرتبان
Lumen	لومن
Lammer-Brodhun	لمرہ بروڈھون
Luminous flux	نوری نقاذ
Lux	لکس
M Microscope	خرد بین
Micro-millimetre ($\mu\mu$)	میکرو ملی میٹر (مرم)
N Normal adjustment (of telescope)	(دور بین کی) طبعی ترتیب
O Object glass	دپانہ شیشہ
Objective	عدسہ شخص
Optical bench	منظری تختہ
Optical lantern	منظری قندیل
P Parallax	اختلاف منظر
Pentane lamp	پنٹین کا چراغ
Photometer	ضیا پیم
Pole of mirror	آئینہ کا قطب

Altitude	ارتفاع
Ångström Units	انگسٹروم کی اکائیاں
Axis	محور
Azimuth	السمت
B Bunsen	بنسن
C Calibration curve	تعمیری منحنی
Candle-foot	بتی - فٹ
Candle power	بتی طاقت
Caustic curve	آتش منحنی
Chlorophyll	کلوروفیل - پتوں کا سبزہ لونی مادہ - مخضر
Collie (prof. J : N.)	پروفیسر کوئی
Collimator	تواری گر
Condensing lens	مکثف نور عدسہ
Conjugate foci	زوجی ماسکے
Constant deviation spectrometer	مستقل انحراف کا طیف پیم
Critical angle	زاویہ فاصل
Cross-wires	صلیبی تار
Curvature	انحناء
D Deviation	انحراف
Dioptr (or diopler)	ڈائی آپٹر، بصریہ
E Eye-lens	عدسہ چشم
Eye-piece	چشمہ
F Flicker Photometer	ٹمٹماہٹ والا ضیا پیم
Focal length	ماسکی طول
Fraunhofer lines	فرادون ہوفر کے خطوط

فہرست اصطلاحات

SOUND (آوازی)

A Antinode	ضد عقدہ
B Beats	ضربیں
F Frequency	تعداد ارتعاش
I Interference	تداخل - تناقض
K Kundt	کنٹ
N Node	عقدہ
P Pitch	امتداد
R Resonance	گمک
S Siren	گائیں
Sonometer	صوت پیم
Stationary vibration	مقیم ارتعاش
T Tension	تناؤ
Transverse vibration.	عرضی ارتعاش
Tune	ہم سر کرنا - سڑلانا
V Velocity	رقار
W Wave-length	طول موج
Y Young's modulus	ینگ کا لچک کا معیار

LIGHT (نور)

A Absorption bands	جذبی بند
Accommodation	توفیق

" "	۴۹۲۲۶۱۰	" "	" "
" "	۴۸۶۱۶۴۹	ہیڈروجن	آسانی
" "	۴۷۱۳۰۲۵	ہیلیم	"
" "	۴۴۷۱۶۶۵	بنفشی	"
" "	۸۳۵۸۶۶	پارا	"
" "	۴۳۴۰۶۶۶	ہیڈروجن	"

واضح ہو کہ یہ خطوط طیف میں تقریباً مساوی فاصلوں پر
پہلے ہوئے ہیں۔ ان سے تعمیر کا منحنی آسانی تیار ہو سکیگا۔

—————

تنبیہ منجانب مترجم۔

آخری صفحہ پر نور کے طول موج کی جو فہرست دی گئی ہے "ایلن اینڈ موئر" کی علمی طبیعیات کی کتاب سے نقل کی گئی ہے۔ اس میں طول موج کی قیمتیں عموماً تقریبی ہیں؛ لیکن معمولی طیف پیمائی کے لئے کافی صحیح ہیں۔ اگر طیف پیمائی کی تعبیر کے لئے صفحہ (۱۹۲) کے خطوں سے بہتر خطوط کا انتخاب مقصود ہو تو پروفیسر کوٹی کی ہدایات کے بموجب ملاحظہ ہوں پروسیدنگز آف دی رائل سوسائٹی ۱۷، ۲۵ (۱۹۰۲) ہیلیم اور ہیڈروجن کی خلائی نلی میں پارے کا بخار شریک کیا جائے۔ اس سے پارے کے طیف کے بعض خطوط تیز ہو جاتے ہیں۔ ذیل میں اس طیف کے خطوط کے طول موج درج کئے جاتے ہیں:-

ہیلیم	سرخ	۶۶۷۸۰۰	انگشٹروم والی اکائی
"	"	۶۶۷۸۵۳۷	"
"	"	۶۵۶۳۵۲۴	"
"	"	۶۱۵۲۵۳	"
"	"	۵۸۷۵۶۸۷	"
"	"	۵۷۹۰۶۵	"
"	"	۵۷۶۹۵۵	"
"	"	۵۴۶۱۶۰	"
"	"	۵۰۱۵۶۷۳	"
ہیلیم	سبز		
ہیلیم	زرد		
ہیلیم	نارنجی		
ہیلیم	پارا		
ہیلیم	ہیڈروجن		

فلزات کے شعلوں کے طیفوف

۷۸۶۵	پوٹیسیم (سرخ)
۶۷۰۵	لیتھیم (سرخ)
۶۱۰۳	= (نارجی)
۵۸۹۵	سودیم (زرد)
۵۸۸۹	= (=)
۵۷۹۰ } ۵۷۶۹ }	پارا (زرد)
۵۳۶۱	= (سبز)
۵۳۴۸	تھیم (سبز)
۴۶۰۷	سٹرونتیم (آسمانی)
۴۳۵۹	پارا (بنفشی)
۴۲۲۶	کیلسیم (بنفشی)
۴۰۸۰	پوٹیسیم (بنفشی)

طول موج

طول موج عموماً انگریزوں والی اکائیوں میں ناپے جاتے ہیں (۱۶۱)۔ ان کو دسوا میٹر (۱۰^{۱۰}) بھی کہتے ہیں۔ بعض اوقات ان اکائیوں سے دہ چاند بڑی اکائیوں کے ذریعہ بھی ان کی پیمائش ہوتی ہے۔ اس اکائی کو میکرو میٹر (ممر) کہتے ہیں۔

شمسی طوف

۷۶۰۴	A	کمرہ ہوائی
۶۵۶۷	B	"
۶۵۶۲	C	ہیڈروجن (a)
۵۸۹۵	D _۱	سوڈیم
۵۸۸۹	D _۲	"
۵۲۶۹	E	کیلیسیم
۵۱۸۴	B _۱	مگنیشیم
۴۸۶۱	F	ہیڈروجن
۴۳۰۷	G	لوا
۴۱۰۲	L	ہیڈروجن (b)
۳۹۶۷	H	کیلیسیم
۳۹۳۴	K	

ضمیمہ

سوڈیم کے نور کیلئے مختلف اشیاء کے انعطاف نما

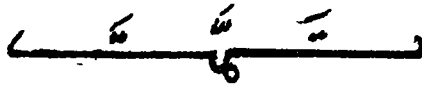
اشیاء (بصاحت پیش)	الغطاف نما (م)
پانی (۵۷۷۱ مئی)	۱۵۳۳۳۲
الغول (۱۵۶۰ م)	۱۵۳۶۳۵
انیلین (۲۰۶۰ م)	۱۵۵۸۶۳
بنزین (۲۱۶۶ م)	۱۵۵۰۰۳
کاربن ڈائی سلفائیڈ (۲۰۶۰ م)	۱۵۶۲۷۶
بروم فطیلین (۲۰۶۰ م)	۱۵۶۵۸۲
کراون شیشہ (معمولی)	۱۵۵۳
سنگین	۱۵۶۱
فلٹ شیشہ (معمولی)	۱۵۶۵
سنگین	۱۵۷۴
بلور (معمولی شجاع)	۱۵۵۴۴۲
(غیر معمولی شجاع)	۱۵۵۵۳۳

(۲۶) دور بین کو ایک وضع میں قائم رکھ کر،

طیف پیمائے منشور کی مینو کو پھیر کر منشور کا زاویہ ناپو۔
پہلے منشور کے ایک پہلو سے نور کو منعکس کر کر جہری کا
خیال معائنہ کیا جائے اور پھر دوسرے پہلو سے
منعکس کر کر۔ (واضح ہو کہ ان دو وضعوں میں جو زاویہ ناپا
جائیگا منشور کے زاویہ کا تکمیلی زاویہ ہوگا۔)

(۲۷) چھوٹے زاویہ کا ایک گہوا منشور لیکر طیف
پیمائے ذریعہ سے دو مائعوں کے انعطاف نماؤں کی نسبت
دریافت کرو۔

(۲۸) کیلیم، سٹروٹیم اور بیریم کے شعلوں کے طیف
کا نقشہ تیار کیا جائے۔



اختا کی تعیین کرو۔

(۲۰) دئے ہوئے محدب عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر اختا کی تعیین کرو۔

(۲۱) ایک محدب عدسہ کو ترتیب دیکر پردہ پر حقیقی خیال تیار کرو۔ عدسہ اور پردہ کے بیچ میں ایک مقعر عدسہ کو ایسی جگہ رکھو کہ جب ایک مستوی آئینہ اس کے پیچھے انتصابی وضع میں کھڑا کیا جاتا ہے تو خیال شخص سے منطبق ہو جائے۔ اس سے مقعر عدسہ کا ماسکی طول نکالو۔

(۲۲) ایک مقعر آئینہ کا مرکز اختا دریافت کرو۔ آئینہ اور اس کے مرکز اختا کے درمیان ایک عدسہ کھڑا کرو۔ اور ایک اپن کے لئے ایسا محل تلاش کرو کہ وہ اپنے خیال کے ساتھ جو عدسہ میں سے شعاعیں گزر کر آئینہ سے منعکس ہونے سے پیدا ہوتا ہے، منطبق ہو جائے۔ اس سے عدسہ کا ماسکی طول نکالو۔ کس صورت میں یہ طریقہ ناکامیاب ہوگا؟ آیا یہ طریقہ محدب عدسہ کے ساتھ بھی ممکن ہے؟

(۲۳) جھری منشور اور عدسوں کو ترتیب دیکر پردہ پر ایک خالص طیف تیار کرو۔

(۲۴) طیف پیمائی میں پیر ایک منشور کو اقل انحراف کی وضع میں ترتیب دو۔ منشور کے پھلے پھلو سے منعکس شعاعوں کی سمت دریافت کر کے اس پر نور کے وقوع کا زاویہ کیا ہوتا ہے ناپ لو۔

(۲۵) ایک متغنی کھینچ کر دئے ہوئے منشور میں زاویہ انحراف اور زاویہ وقوع کی تبدیلی کا تعلق بتاؤ۔

(۱۱) دئے ہوئے محدب عدسہ کا تین مختلف طریقوں سے ماسکی طول دریافت کرو۔

(۱۲) دئے ہوئے محدب عدسہ کو اس طرح رکھو کہ پردہ پر شخص کا 'قد' میں سے چند خیال تیار ہو۔ پھر شخص سے پردہ تک کا فاصلہ ناپو، اور عدسہ کا ماسکی طول نکالو۔

(۱۳) الپنوں اور طریقہ اختلاف منظر کے ذریعہ تجربہ کر کے ایک منحنی کہیں جو دئے ہوئے محدب عدسہ سے خیال اور شخص کے فاصلوں کا باہمی تعلق بتائے۔

(۱۴) دئے ہوئے محدب عدسہ سے شخص کا جو خیال بنتا ہے اس میں اور شخص میں اقل فاصلہ کیا ہو سکتا ہے معلوم کرو۔ اور اس سے عدسہ کا ماسکی طول نکالو۔

(۱۵) دیا ہوا عدسہ ایک پردہ سے ۴۰ سم دور قائم کر دیا جاتا ہے۔ دریافت کرو عدسہ سے کس فاصلہ پر شخص رکھا جائے تاکہ پردہ پر اس کا ممتاز الحدود خیال پیدا ہو۔ خیال کی خطی تکبیر بھی دریافت کرو۔

(۱۶) ایک گہڑی ٹیشہ میں دیا ہوا مائع بہرنے سے جو عدسہ بنتا ہے اس کا ماسکی طول دریافت کرو۔

(۱۷) دئے ہوئے دو محدب عدسوں کو اس طرح ترتیب دو کہ پہلے عدسہ میں سے متوازی شعاعیں گزر کر دوسرے عدسہ کے اصلی ماسکہ پر مکرر جمع ہو جائیں۔

(۱۸) دئے ہوئے دو عدسوں کے مجموعہ کا ماسکی طول ناپو جبکہ (۱) عدسے ایک دوسرے سے متصل

ہوں، (ب) ان میں دو سنٹی میٹر فاصلہ ہو۔

(۱۹) دئے ہوئے مقعر عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر

کیا جائے اور دوسرے دو اپنیوں کے ذریعہ آتش
منعنی کی شکل دریافت کی جائے۔ جب شخص لاتنا ہی دور ہو
یا بالفاظ دیگر شعاعیں قطب اور مرکز کو ملانے والے خط
سے متوازی ہوں تو منعنی کی کیا شکل ہوگی معلوم کرو۔

[مترجم]

(۶) ایک اسطوانی شکل کے گلاس میں پانی بھر کر ہوا میں
منعطف ہونے والی شعاعوں کا آتش منعنی بتاؤ۔ بطور
شخص گلاس میں ایک اپن کڑا کر دیا جائے اور دو اور
اپنیوں کے ذریعہ منعطف شعاعوں کی سمتیں دریافت
کی جائیں۔

(۷) اسطوانی عدسہ میں سے متوازی شعاعوں کا انعطاف
ہو کر جو آتش خط بنتا ہے اس کی شکل دریافت کرو۔
(اگر اسطوانی عدسہ نہ مل سکے تو مناظری قندیل کے عدسہ
مشفقہ کا نصف استعمال کیا جاسکتا ہے)۔

(۸) پانی کے اسطوانی گلاس میں ایک اپن انتصابی
وضع میں کڑا کیا جاتا ہے۔ اپن سے نکل کر ہوا میں خارج
ہونے والی شعاعوں کے راستے معلوم کرو۔ اپن کے قریب
تین مقام پر اگر آنکھ رکھی جائے تو اس کو اپن کا خیال
کہاں دکھائی دیگا دریافت کرو۔

(۹) ایک محدب عدسہ میں سے متوازی شعاعوں کے
گزرنے کا راستہ دریافت کرو اور اس سے اس کا
ماسکی طول اخذ کرو۔

(۱۰) ایک مقعر عدسہ میں سے متوازی شعاعوں کے
گزرنے کا راستہ بتاؤ اور اس سے اس کا ماسکی طول
نکالو۔

روشنی پر مزید مشقیں

(۱) جب دو متوازی آئینوں کے بیچ میں ایک الپن چبھو یا جاتا ہے تو متعدد خیال نظر آتے ہیں۔ جن شعاعوں کے ذریعہ ایک آئینہ میں تیسرا خیال دکھائی دیتا ہے، شکل پہنچ کر اُنکا راستہ بتاؤ۔

(۲) دو مستوی آئینوں کو ۲۰° درجہ پر مائل رکھو اور ان کے زاویہ میلان میں ایک الپن کھڑا کر کے اُس کے خیالوں کے محل دریافت کرو۔

(۳) ایک منحنی کہینچو جس سے ایک متوازی پہلوں کی تختی میں سے ٹیڑھی گزرنے والی شعاع کے جانبی انتقال کا تعلق شعاع کے زاویہ وقوع کے ساتھ معلوم ہو سکے۔

(۴) شیشہ کا ایک مکعب حوض پانی سے بھر دیا جاتا ہے اور اس کے اندر انتصابی وضع میں ایک الپن کھڑا کر دیا جاتا ہے۔ حوض کے ایک پہلو میں منعطف ہونے والی شعاعوں کا آتشی منحنی کہینچو۔

(۵) اسطوانی شکل کے آئینہ سے شعاعوں کے انعکاس سے جو آتشی منحنی پیدا ہوتا ہے اُس کی شکل کہینچو۔ ایک الپن کو شخص قرار دو اور دو الپنوں کے ذریعہ منعکس شعاعوں کی سمتیں دریافت کرو۔ یہ عمل محجب اور مقعر دونوں قسم کے آئینوں کے ساتھ کیا جائے۔

[نوٹ۔ نصف مقعر اسطوانہ نقشہ کشی کے کاغذ پر کھڑا کیا جائے اور آئینہ کے قطب کے ٹھیک مقابل اسطوانہ کی دائری تراش کے محیط پر ایک الپن بطور شخص استادہ

(مثلاً ایس کی وضع ترجیحی کر کے) پہلی سطح کی تنویر کے
 مساوی بناتے ہیں۔ اور پیمانہ پر تنویر کا اندازہ کر لیا
 جاتا ہے۔ ایسے آکر کے پیمانہ کی پہلے سے تعبیر کر لی جاتی
 ہے۔

~~~~~

نہیں ہوتا ہے اور جو روشنی منتقل ہوتی ہے جذب ہونے نہیں پاتی، اس لئے بنسن کے ضیا پیمایں جو دقت پیش آتی ہے یہاں اس کا ارتفاع ہو جاتا ہے۔ لہذا اس آکر کے ذریعہ نہایت باریکی کے ساتھ ضیا پیمائی ممکن ہے۔ چنانچہ ضیا پیمائی مغلوں میں اس کو بکثرت استعمال کرتے ہیں۔

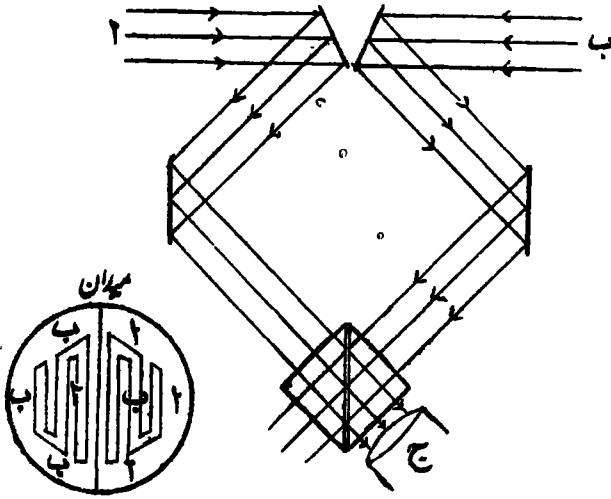
تجربہ ۶۹۔ لمبربروڈ ہوں کا ضیا پیمایا۔ اس ضیا

پیمایا کو مناظری تختہ پر ترتیب دو اور اس کے ذریعہ ایک آئینے کے شعلہ اور برقی قندیل کی بتی طاقت دریافت کرو۔ نتیجہ کی تصدیق کے لئے دونوں مبداءوں کا راست مقابلہ کرو۔ اور ان پیمائشوں میں فیصد کیا خطا ممکن ہے اس کی بھی تخمینہ کرو۔

### فصل (۳) تنویر کی پیمائش

خشکی سطح کی تنویر ناپنے کے لئے تنویری ضیا پیمایا استعمال ہو سکتا ہے۔ یہ آکر ایک مقام سے دوسرے مقام پر باسانی منتقل ہو سکتا ہے۔ اس میں ایک پردہ ہوتا ہے جس کو ایسی جگہ رکھ سکتے ہیں جہاں کی تنویر ناپنی جاتی ہے۔ اس کے متصل کی ایک سطح کو ایک معیاری مبداء نور سے منور کر کے دونوں سطحوں کو ایک ساتھ معائنہ کرتے ہیں۔ معیاری مبداء عموماً ایک برقی قندیل ہوتی ہے جو ذخیرہ خانہ کی روش سے روشن کی جاتی ہے۔ اس دوسری سطح کی تنویر کو حسب ضرورت متعدد طریقوں سے تبدیل کر کے

مبدأ (ب) کا نور بھی ہوائی جہتی سے بالکلیہ منعکس ہوتا ہے، لیکن بعد انعکاس دور بین میں (۱) سے آئینوالے نور کے متوازی داخل ہو جاتا ہے۔ پس دور بین میں نور کی ایک



شکل ۵۵

گڑ۔ بروڈ ہون کا فیاض پیا

مرکب پنسل داخل ہوتی ہے جن کے حاشیہ میں صرف (ب) کی شعاعیں ہوتی ہیں اور وسطی حصہ میں صرف (۱) کی شعاعیں وضاحت کی غرض سے میدان کا نقشہ کی قدر پڑ تکلف بنایا جاتا ہے۔

دونوں منشوروں کے انعطاف نما کے مساوی انعطاف نما کا بلسان استعمال کرنے سے جوڑ کے پاس نور کا انعکاس

تجربہ ۶۸۔ - جولی کا ضیا پیمہ - ضیا پیمہ کو ایک

لبے مناسطری تختہ پر جماؤ اور اس کے ذریعہ ایک روشنی گینسی لمپ کی بتی طاقت کا ایک برقی لمپ کی طاقت سے مقابلہ کرو۔ ایک لمپ کو مختلف مقاموں پر رکھ کر دوسرے لمپ کے مقام بالترتیب ٹھیک کئے جائیں اور ان کے نتائج سے تنویری طاقتوں کی اوسط نسبت نکالی جائے۔ ان پیمائشوں میں فیصد کیا خطا ممکن ہے اس کی بھی تخمین ہو۔

لمر۔ بروڈ ہوں کا ضیا پیمہ۔

سوان کے منشوری ضیا پیمہ (۱۸۵۹) اور اس ضیا پیمہ کے اہم اجزاء تقریباً ایک ہی ہیں۔ جن مبداءوں کی طاقتوں کا مقابلہ کیا جاتا ہے دو آئینوں پر اسے  $\frac{1}{4}$  میلان سے نور کی پنسلیں ٹھکراتی ہیں۔

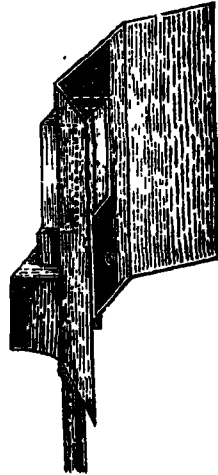
خود آئینوں کا زاویہ میلان  $45^\circ$  ہے۔ پنسلیں ان مائل آئینوں سے ٹکرانے کے بعد دو اور آئینوں سے منعکس ہوتی ہیں اور بیشک کے ایک کندے میں داخل ہوتی ہیں، جو دو قائم الزاویہ منشوروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ منشوروں کے وتر کے وسطی حصے کناڈا بلسان سے جوڑ دیئے جاتے ہیں، لیکن حاشیوں پر ہوا کی جھلی مائل ہوتی ہے (ملاحظہ شکل ۵۵)۔

تجربہ کرنے والا ایک منشور کے قاعدہ کو دور بین (ج) میں سے دیکھتا ہے۔ مبداء (۱) کا نور بلسان میں سے سرایت کرتا ہے لیکن ہوائی جھلی سے بالکل منعکس ہو جاتا ہے۔

## جولی کا ضیا پیم

تقریباً ۵ x ۲ x اسم کے 'براقتی کے دو مستطیل کندوں کے سب سے بڑے پہلو، کتہل کی پتلی پرت پیچ میں رکھ کر ملا دئے جاتے ہیں۔ اور ان کے دونوں بازو نور کا ایک ایک مبداء (جنکا مقابل مقصود ہو) رکھا جاتا ہے۔

اس سے ایک  
کندے کو ایک  
مبداء سے نور  
پہنچتا ہے اور دوسرے  
کو دوسرے مبداء  
سے۔ مشاہدہ  
کرنی والا ان کندوں  
کو ایک بازو سے  
معاوضہ کرتا ہے۔  
(شکل ۵۴)۔



اور جس ٹیکنیک  
پر وہ رکھے جاتے  
ہیں اس کو  
حب ضرورت

شکل ۵۴۔

جولی کا براقتی موم والا ضیا پیم

پٹاکران کے لئے ایسا مقام دریافت کر لیتا ہے کہ کتہل کا ورق جن پہلوؤں کے درمیان جائل ہے دونوں مساوی روشن نظر آتے ہیں۔ مشاہدہ کے وقت ضرور ہوگا مبداءوں سے راست آئینہ والی شعاعیں مناسب مناسبت پر دونوں کے ذریعہ روک دی جائیں۔

کے باقی حصہ میں تقریباً کچھ بھی فرق نہ پایا جائے۔ یہہ فاصلہ ف<sub>۱</sub> ناپ لیا جائے۔ پہر اُٹنی مبداء کو ایسے فاصلہ پر ترتیب دیا جائے کہ اس کی طرف سے دیکھنے سے داغ اور باقی پردہ میں فرق نہ پایا جائے۔ دوران تجربہ معیاری مبداء اور پردہ دونوں اپنے مقاموں سے ہٹائے نہ جائیں یعنی ف<sub>۱</sub> مستقل رکھا جائے۔ اگر غیر معلوم مبداء کا فاصلہ پردہ سے اب ف<sub>۲</sub> ہو تو اس کی طاقت تنویر ط<sub>۱</sub> اس مساوات سے شمار کیجا سکتی ہے۔

$$ط_۱ = ط_۲ \frac{(ف_۱)^۲ + (ف_۲)^۲}{۲(ف_۲)^۲}$$

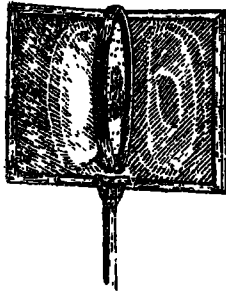
یہہ طریقہ پہلے طریقہ سے نسبتاً آسان ہے۔

**تجربہ ۶۷۔** بنسن کا ضیا پیمیا۔ اس آلہ سے ایک برقی چراغ کی طاقت تنویر کا ایک موم بتی سے مقابلہ کیا جائے اور پہر اُٹنی موم بتی سے ایک گیس کے شعلہ کا مقابلہ کیا جائے۔ نتائج کی صحت معلوم کرنے کے لئے گیس کے شعلہ کا راست برقی چراغ سے مقابلہ کیا جائے۔

اگر ممکن ہو تو ایک ایسی ٹیکن استعمال کرو جس پر تین موم بتیاں ایک دوسرے سے قریب جمائی جاسکیں۔ اور ایک، دو اور پہر تین موم بتیوں کا باہم دیگر مقابلہ کر کے اس تجربہ میں فیصدی کیا خطا ممکن ہے دریافت کیجائے۔

$$\text{یعنی جبکہ } \frac{\text{ط}_2}{\text{ف}_2} = \frac{\text{ط}_1}{\text{ف}_1}$$

اس سرسری تحقیق کے بموجب براہین کا داغ پردہ کے کسی جانب سے ہی دیکھا جائے تو نظر سے غائب ہو جانا چاہئے۔ لیکن یہ یاد رہے کہ نیم شفاف داغ میں سے نور کا کچھ حصہ جذب ہو جاتا ہے۔ پس اگرچہ ممکن ہے کہ ایک جانب سے دیکھنے میں داغ اور پردہ کی باقی سطح میں تقریباً کوئی امتیاز نہ رہے دوسرے جانب سے ضرور کچھ فرق نظر آئیگا۔ اس لئے عملاً مبداؤں کے فاصلوں کو اس طرح ٹھیک کیا جاتا ہے کہ دونوں جانب سے پردہ کا داغ اس کے باقی حصہ کی بہ نسبت مساوی کم روشن نظر آتا ہے۔ پردہ کے دونوں جانب ۶۰° کے میلان سے دوستوی ایٹنے لگا دئے جاتے ہیں، تاکہ وقت واحد میں پردہ کی دونوں سطحیں دیکھی جاسکیں۔



چونکہ یہ معلوم کرنے میں کہ بقدر دقت پیش آتی ہے کہ داغ پردہ کے باقی حصہ کی بہ نسبت کب مساوی درجہ کم روشن ہوتا ہے ایک دوسرے طریقہ عمل ہی ممکن ہے۔ غیر معلوم طاقت کا مبدا و پردہ سے ایسے فاصلہ پر ترتیب دیا جائے

شکل ۳۵

بنسن کے ضیا پیماس کا سرا

کہ معیاری مبدا کی طرف سے دیکھنے سے داغ اور پردہ

نور سے روشنی پہنچتی ہے اور دوسرے جانب ایک دوسرے  
مبداء سے جس کی طاقت تنویر ناپی جا رہی ہو۔  
[تنبیہ منجانب موکفان کتاب - شعیب ڈکی فوٹو کمٹری میں  
داغدار ضیا پہما بنانے کے لئے یہ طریقہ بتایا گیا ہے :- ایک  
اچھے متجانس کاغذ کے ٹکڑے کو تہائی پر رکھ کر یکساں حرارت  
پہنچائی جائے۔ کچھ سٹیرین کو پگھلا کر ایک باریک برش  
اس میں ڈبوایا جائے۔ اور برش سے فوراً اس کاغذ کے  
پتے میں ایک چھوٹا حلقہ بنایا جائے۔ جب حلقہ ٹھنڈا  
ہو جائے گا اس کے حدود کے اندر چربی یا موم سے آزاد  
ایک حصہ بچ رہیگا۔ اس کو پگھلے ہوئے براہین سے بہر کر  
خوب دبایا جائے تاکہ براہین کاغذ میں اچھی طرح سرایت کر  
جائے۔ قبل ازیں جو حلقہ بنایا گیا اس سے براہین کے داغ  
کے حدود کی تصریح ہو جاتی ہے۔]

اب فرض کر لیا جاتا ہے کہ پردہ کا غیر مجلہ حصہ واقع نور کو  
بالکلیتہ منعکس کرتا ہے، اور نیم شفاف حصہ صرف اُسکی  
ایک معین کسر (مثلاً  $\frac{1}{2}$ ) کو منعکس کرتا ہے اور باقی کو  
اپنے میں سے پار گزر جانے دیتا ہے۔ اگر پردہ کے ایک جانب  
تنویر کی شدت  $\frac{P}{(F_1)}$  ہے اور دوسرے جانب  $\frac{P}{(F_2)}$   
تو پردہ کے داغدار حصہ کی روشنی اس کے باقی حصہ  
کے روشنی کے مساوی ہوگی، جبکہ

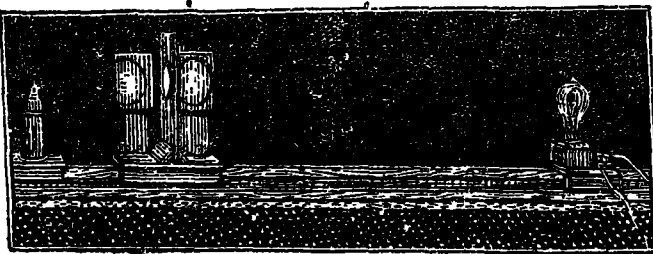
$$\frac{P}{(F_1)} = \frac{1}{2} + \frac{P}{(F_2)} \left(1 - \frac{1}{2}\right)$$



کمرہ میں ایک سلاخ کو انتصابی وضع میں ضیا پیما کے پردہ کے سامنے کھڑا کر دو۔ ایک گیس کے چراغ (یا برقی چراغ) کی طاقت تنویر کا موم بتی کی طاقت سے مقابلہ کرو۔ پہلے موم بتی کو پردہ سے کسی قدر قریب رکھو اور دوسرے مبداء کے لئے (بعد آزمائش) ایسا مقام دریافت کرو کہ پردہ پر دونوں سائے ایک دوسرے سے متصل اور مساوی سیاہی کے نظر آئیں۔ اس کا بھی لحاظ رہے کہ مبداءوں کو سلاخ سے ملانیوالے خطوط کا میلان پردہ پر مساوی ہو۔ یعنی شکل (۱۵) میں زاویے (۵) اور (۶) قریب قریب مساوی ہوں۔ پھر مبداء سے پردہ تک کے فاصلے ف<sub>۱</sub>، ف<sub>۲</sub> ناپ لو اور چراغ کی بتی طاقت شمار کرو۔ یہی تجربہ موم بتی (اور چراغ) کا فاصلہ پردہ سے تبدیل کر کے کئی مرتبہ دہراؤ اور نتائج کا اوسط نکالو۔

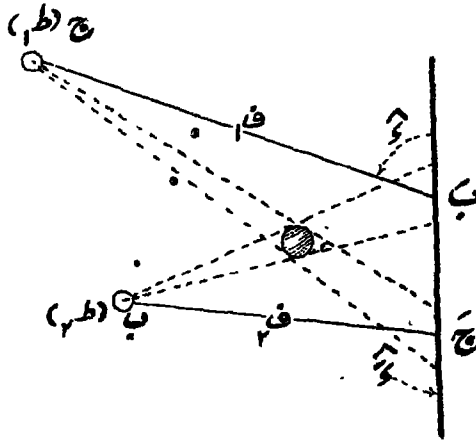
### بنسن کا (یا داغدار) ضیا پیما۔

اس آلہ کا اصول یہ ہے کہ کاغذ کے ایک سفید غیر مجلا پردہ کا کچھ حصہ صاف اور سفید براؤنیشی موم پگھلا کر ڈالنے سے نیم شفاف بنا دیا جاتا ہے۔ اس کے ایک جانب معیاری مبداء



شکل (۱۵۲)۔ بنسن کا ضیا پیما۔

غرض سے سطح کے سامنے ایک غیر مجلا سلاخ ایسی جگہ کھڑی کر دی جاتی ہے کہ اس کا ایک مبداء کی روشنی میں جو سایہ پیدا ہوتا ہے، پردہ پر دوسرے مبداء کی روشنی کے سایہ کے بازو واقع ہو۔ یہ واقعہ سائے ایک دوسرے کے



شکل ۱۵

رمفورڈ کا ضیا پیمہ -

متصل ہونے چاہئیں نہ کہ باہم دیگر متراکب، اور نہ اتنا دور پہنچے ہوئے کہ ان کے مابین سطح کے کچھ حصہ کو دونوں مبداءوں سے نوز پہنچتا ہو۔ شکل (۱۵) میں سائے محض صراحت کی غرض سے ہٹا کر بتائے گئے ہیں۔

ایک مبداء سے سلاخ کا سایہ دوسرے مبداء کے نور سے منور ہوتا ہے، اور جب سائے مساوی گہرے ہوتے ہیں تو سطح پر دونوں مبداءوں کی حدت تنویر بھی مساوی ہوتی ہے۔

تجربہ ۷۷ - رمفورڈ کا ضیا پیمہ - اندھیرے

ایک مبداء کسی سطح سے فاصلہ (ف) پر واقع ہے تو سطح کی حدت تنویر کی پیمائش  $\frac{\text{ط}}{\text{ف}}$  سے ہوگی۔

پس اگر کسی سطح کے دو حصوں کی حدت تنویر ط<sub>۱</sub> اور ط<sub>۲</sub> بتی طاقت کے مبداء سے بالترتیب ف<sub>۱</sub> اور ف<sub>۲</sub> سنتی میٹر فاصلوں پر مساوی ہوتی ہے تو

$$\frac{\text{ط}_1}{\text{ف}_1} = \frac{\text{ط}_2}{\text{ف}_2}$$

اگر (ط<sub>۱</sub>) معلوم ہو اور (ف<sub>۱</sub>) اور (ف<sub>۲</sub>) کی پیمائش کیجائے تو بتی طاقت (ط<sub>۲</sub>) شمار کر لی جاسکتی ہے کیونکہ

$$\text{ط}_1 = \text{ط}_2 \left( \frac{\text{ف}_1}{\text{ف}_2} \right)^2$$

فصل (۱)۔ ضیا پیمائی تجربے

رمفورڈ کا (یا ضلی) ضیا پیمیا۔

اس آلہ کا اصول یہ ہے کہ ایک سفید غیر مجلا کاغذ

کے تاوکو دونوں مبداء نور کے سامنے رکھ کر کاغذ کو اسی طرف سے دیکھتے ہیں جدھر مبداء واقع ہیں یا ایک نیم شفاف پردہ کے ایک جانب دونوں مبداء نور رکھے جاتے ہیں اور اس کے مخالف جانب سے معائنہ کیا جاتا ہے۔ دونوں صورتوں میں منور سطح کے ایک حصہ کو صرف ایک مبداء سے نور پہنچتا ہے اور دوسرے سے نہیں، اسی طرح دوسرے حصہ کو دوسرے مبداء ہی سے نور پہنچتا ہے پہلے کے مبداء سے نہیں پہنچتا۔ اس

ضیا پیمیا کا استعمال اس پر مبنی ہے کہ اس کو ترتیب دیکر دو سطحوں پر مساوی حدت تنویر پیدا کیجائے۔ چونکہ حدت کی مساوات کا امتحان کیا جاتا ہے اس لئے اس بارہ میں آنکھ کی رائے قابل اعتماد ہو سکتی ہے۔ ایک ہی رنگ کے اگر نور ہوں تو مشق کرنے سے اس حد تک جہارت ہو سکتی ہے کہ ۵۰ فی صد تک صحیح نتائج برآمد ہو سکتے ہیں۔ لیکن اگر مختلف رنگ کے نور کا مقابلہ کیا جاتا ہے تو اس درجہ صحت کی توقع نہیں کیجاسکتی۔ ایسی صورت میں آنکھوں کو ادا یا بند کر کے دونوں سطحوں کی تنویروں کا مقابلہ کرنا بہت زیادہ سہل معلوم ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ کسی سطح کی حدت تنویر معائنہ کرنے کے بعد ایک ثانیہ کی قلیل مدت تک بھی اس کا صحیح اندازہ یا در کہنا ممکن نہیں ہے، اس لئے جن دو سطحوں کی حدت تنویر کا مقابلہ کیا جاتا ہے ان کو ایک ساتھ وقت واحد میں دیکھنا ضروری ہے۔ یا نہیں تو ٹیمپٹا ہٹ والے ضیا پیمیا کی طرح ان کو یکے بعد دیگرے جلد جلد باری باری سے بدل کر دیکھنا چاہئے۔ ایک اور دقت یہ ہے کہ جب ایسی دو سطحوں کے مابین ایک جداگانہ حدت تنویر کی پٹی حائل ہوتی ہے تو تخمین کی صحت بہت کم ہوتی ہے لہذا دونوں سطحیں ایک دوسرے سے بالکل متصل ہونی چاہئیں اور ان پر ایک ہی وقت تنویر ہونی چاہئے۔

چھوٹے قد کے مبداء سے جب کسی سطح پر روشنی پڑتی ہے تو اس کی حدت تنویر مبداء سے اس کے فاصلہ کے مربع کے بالعکس بدلتی ہے۔ پس اگر بتی طاقت (ط) کا

تنویر کے دوسرے حصہ کو بین الاقوامی بنی طاقت کہتے ہیں۔  
 کسی سطح کی حدت تنویر (یا محض محض تنویر) ٹاپنے  
 کی اکائی 'نکس' کہلاتی ہے۔ اکائی حدت کے نقطہ ای مبداؤ  
 نور سے جب ایک رستہ دور سطح پر عمودی تنویر ہوتی ہے تو  
 اس کو ایک نکس تصور کرتے ہیں۔  
 برطانیہ میں حدت تنویر کی اکائی ایک 'فٹ بی' مستعمل  
 ہے جو ایک عیاری بنی ہے ایک فٹ دور کی سطح پر عمودی  
 تنویر ہے۔

ضیا پیمائی کی اصطلاح میں 'نوری نفاذ' سے مراد وہ نور  
 ہے جس کا کئی اکائی وقت (ایک ثانیہ) مبداؤ نور سے نفاذ  
 وقوع میں آتا ہے۔ نور کے نفاذ کی اکائی 'کود نفاذ' ہے جو فٹ  
 اکائی زریا مجسمہ اکائی حدت کے مبداؤ سے وقوع میں آتا  
 ہے۔ اس کو اصطلاح میں ایک 'لومن' کہتے ہیں۔

جماری آنکھ اس قابل نہیں ہے کہ حدت تنویر کی راسخ  
 (یعنی محض مبداؤں کو دیکھ کر) ذرا ہی صحیح تخمینہ کر سکے۔  
 اس واسطے کہ پردہ غیبیہ کا قطر حدت نور کے عا ط سے تبدیل  
 ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ اور بھی اسباب ہیں جو زیادہ تر  
 فزیا لوجی اور سائنس کا کوجی سے متعلق ہیں۔ پس حدت تنویر کی  
 تخمینہ کے لئے طبیعی آلوں سے مدد لینے کی ضرورت ہوتی  
 ہے۔ اس قسم کا آرڈینا پیمیا کہلاتا ہے۔

# اسٹھوان باب

ضیا پیمائی

فصل (۱)۔ عام اصول

طبیعیات کا وہ شعبہ جو کسی مبداء نور کے نور دینے کی طاقت یا حدت تنویر کی تخمین سے متعلق ہے ضیا پیمائی کہلاتا ہے۔ عام طور پر طاقت تنویر کی اکائی بتی طاقت مروج ہے۔ اور کسی مبداء کی حدت تنویر کا جب شمار ہوتا ہے تو یہ بتایا جاتا ہے کہ وہ کتنی معیاری بتیوں کے مساوی ہے، یعنی ایسی کتنی بتیاں اس کے مساوی مقدار میں نور دے سکتی ہیں۔

معیاری بتی چھلی کی چربی سے بنائی جاتی ہے، اس کا قطر  $\frac{1}{2}$  انچ ہوتا ہے، وزن پونڈ کا چھٹا حصہ، اور جلنے کی شرح ۱۲۰ گرین فی ساعت۔ علمی نقطہ نظر سے یہ معیار ناقص ہے، اس لئے دوسرے معیاری مبداء مثلاً پینٹین کا چراغ استعمال کئے جاتے ہیں۔ بہل ترین معیار شاید کہ منور تار کا برقی چراغ ہے جو کسی معین اور مستقل تفاوت قوہ یا اولٹ پر روشنی دیتا ہے۔ پینٹین کے چراغ کی طاقت

جائیں۔ اس طریقہ سے خون کے رقیق محلول اور کلوروفل (پتوں کے سبز کوئی مادہ) کی الغولی محلول کے طیف کا معائنہ کیا جائے۔ ایوڈین کی چند قلوں کو ایک شیشہ کی نلی میں گرم کر کے بھری کے سامنے پکڑنے سے اس کے بخارات اٹھ کر نور کے بعض حصوں کو جذب کر لیتے ہیں، جس سے طیف میں متعدد سیاہ خطوط اور بند نظر آتے ہیں۔ انکا بھی معائنہ کیا جائے اور سیاہ خطوط وغیرہ کے محل معلوم کر لئے جائیں۔

آفتاب کے نور کو آئینہ کے ذریعہ طیف پیمائے کے توازی کریں منعکس کرو۔ آفتاب کے (اور نیز زمین کے) کرہ ہوائی میں

نور کے جذب ہونے سے فراؤن ہوفر کے جو باریک سیاہ

خطوط پیدا ہوتے ہیں، انکا مشاہدہ کرو اور ان میں سے چند

مناسب خطوط کے محل ہی قلمند کر لو۔ مربع دار کاغذ پر ایک منحنی

کھینچ کر ان کے محل (جو پیمانہ پر پڑھے گئے ہیں) اور انکے

طول موج میں تعلق بتاؤ۔ یہہ طیف پیمائے کے منشور کا

اور اچی منحنی (یعنی انٹر پولیشن کا منحنی) کہلاتا ہے۔

اس کے ذریعہ منور خطوط اور جذبی بندوں کے حدود وغیرہ

کے طول موج کی تعیین ہو سکتی ہے۔

مشاہدہ کرنا چاہئے ورنہ یہ خط دکھائی نہ دیگا۔ اس لئے یہاں دو شخصوں کی ضرورت ہوتی ہے، ایک نمک شعلہ میں داخل کرنے کے لئے، دوسرا بغشتی خط کو دوربین میں دیکھنے کے لئے۔ بجائے پوٹاسیم کلورائیڈ کے شورہ (پوٹاسیم نائٹریٹ) بھی استعمال ہو سکتا ہے۔ سٹروٹنشیٹم کلورائیڈ ایک تیز آسمانی رنگ کا خط، طول موج ۴۷۰۰ انگسٹروم کی اکائی (۱۰<sup>-۱۰</sup>) کا دیتا ہے۔ بیریم اور کیلسیم کے کلورائیڈ متعدد خطوط دیتے ہیں جن کی شناخت یقینی منحنی پینچنے کے بعد ہو سکتی ہے۔ شرارہ کے طیف کا بھی مشاہدہ ہو سکتا ہے۔ جس فلز کا شرارہ کا طیف دیکھنا مقصود ہو اس کی دو چھوٹی سلاخوں کو ایک امالی لچھے کے قطبی تاروں سے باندھ کر سلاخوں کے سروں میں سے شرارہ کی شکل میں برقی بار کا اخراج عمل میں لایا جائے۔ برقی گنجائش اور امالیت کو بھی دوربین شامل کیا جاسکتا ہے ان سے طیف کے خطوط پر اثر پڑتا ہے۔ برقی گنجائش شامل کرنیکا طریقہ یہ ہے کہ ایک مجوز لائٹن کے مرتبان کے اندرونی اور بیرونی فلزی استروں کو بالترتیب شرارہ کے درز کے سروں سے ملا دیا جائے۔

گیسوں کے طیف، ان کی خلائی نلیوں میں سے (جو دراصل نلیوں کو ان گیسوں سے بھرنے کے بعد اس حد تک خالی کر دی جاتی ہیں کہ انکا دباؤ بہت قلیل ہو جاتا ہے نہ کہ صفر) امالی لچھے کا برقی بار خارج کر کے معاخذ کئے جاسکتے ہیں۔

جذبی طیف کے لئے بھری کو تیز سفید نور سے روشن کر کے جاذب شے کو بھری کے سامنے رکھ دیتے ہیں تاکہ نور کی شعاعیں بھری میں داخل ہونے سے پہلے جاذب شے میں سے گزر



ہوتا ہے تو دور بین کے کسر پیمہ کے ذریعہ اس کا محل معلوم کر لیا جائے۔

سوڈیم کا طیفی خط معیاری سمجھا جائے اور دوسرے خطوط کے محل کی تعیین اس کے لحاظ سے ہونی چاہئے۔ کافی طاقت کے طیف پیمہ میں سوڈیم کا خط جب معائنہ کیا جاتا ہے تو دو، ایک دوسرے سے بالکل قریب باریک خطوں پر مشتمل نظر آتا ہے۔ ان خطوں کو (D) کے خط کہتے ہیں۔

بعض فلزات کے نمکوں کو بنسن کے شعلہ میں پلاٹینم کے تار پر پکڑتے ہیں تو نمک فرار ہو کر فلزات کے طیف پیدا ہوتے ہیں۔ شیشہ کی ایک چھوٹی سلاخ یا نلی کے سرے کو گلا کر پلاٹینم کا تار اس میں جوڑ دیا جائے اور تار کے سرے کو ہائیڈروکلورک ایسڈ میں ڈبو کر صاف کیا جائے۔ پھر شیشہ کی ڈنڈی کو پکڑ کر تھوڑا سا نمک پلاٹینم کے تار کے ذریعہ گیس کے غیر منور شعلہ میں داخل کیا جائے اور طیف پیمہ کی مدد سے طیف کے متعدد خطوط کے محل دریافت کئے جائیں۔ ہر نئے نمک کا تجربہ کرنے سے پہلے تار کو شعلہ سے باہر نکالتے ہی فوراً ایسڈ میں ڈبو کر صاف کر لیا جائے۔ اس کے لئے لیتھیم کلورائیڈ، تھیمیم کلورائیڈ، پوٹاشیم کلورائیڈ، موزوں نمک ہیں۔ ملاحظہ ہو ضمیمہ کتاب صفحہ (۱۹۲)۔ بنسن کے شعلہ میں پوٹاشیم کا نمک پکڑنے سے دو خط نظر آئینگے، ایک طیف کے سرخ حصہ میں ہوگا اور دوسرا بنفشی کے آخری حصہ میں۔ آخر الذکر کے معائنہ کے لئے دور بین کو بنفشی حصہ کے آخری کنارہ کے قریب پھیر کر لیجانا ہوگا، اور نمک شعلہ میں داخل ہوتے ہی فوراً

محل کی نشاندہی ہوتی ہے۔  
 اگر منحنی کہینچ کر ان خطوط کے طول موج اور ان کے  
 محلوں میں تعلق بتایا جائے تو ایسا منحنی طیف  
 کا نقشہ یا طیف پیماس کا تعمیری منحنی کہلاتا ہے۔ ایسے نقشہ  
 سے کسی خط کا طول موج دریافت ہو سکتا ہے اگر اس کے  
 محل کی تعیین ہو جائے۔

طول موج بالعموم انگسٹروم کی اکائیوں ( $10^8$ ) میں  
 یا دسوا میٹروں ( $10^{-10}$  میٹر یا  $10^{-8}$  سنتی میٹر) میں ناپے  
 جاتے ہیں۔ ان کے علاوہ ایک اور اکائی جو انگسٹروم کی  
 اکائی کے دو چند ہے یعنی میکرو ملی میٹر (امر ملی میٹر =  $10^{-6}$   
 سنتی میٹر) مروج ہے۔

تجربہ ۶۵۔ طیف کے نقشہ کی تیاری طیف  
 پیماس کو تجربہ (۶۲) کی طرح ترتیب دو اور سوڈیم کے شعلہ  
 کو مہداء نور بنا کر منشور کو اقل انحراف کی وضع میں لاؤ جیسا کہ  
 تجربہ (۶۳) میں سجھایا گیا ہے۔ منشور کو اس وضع میں  
 باندھنے کے پچ سے جکڑ دو۔

جب ایک علیحدہ توازی گرہلی میں فوٹو گرافک (ضیائنگاری)  
 پیمانہ کو جما کر طیف کے محل کی تعیین کیجاتی ہے تو نلی کو اس  
 طرح رکھنا چاہئے کہ پیمانہ کا (جنپہر ایک چھوٹے لمپ سے  
 نور ڈالا جاتا ہے) منشور کے پہلو سے انعکاس ہو کر دوربین کے  
 ماسکی مستوی میں خیال پیدا ہو۔ جب یہ طریقہ استعمال نہیں

محل دائری پیمانہ پر دیکھو لو۔  
اس وضع اور اقل انحراف کی وضع میں جو تفاوت ہوگا  
زاویہ اقل انحراف (ح) ہے۔  
منشور کے مادے کا انعطاف نما اب اس ضابطہ سے  
شمار کیا جاسکتا ہے :

$$\text{مر} = \frac{\text{جب } \left(\frac{1}{p} + 1\right)}{\text{جب } \left(\frac{1}{p}\right)}$$

اس طریقہ سے مائع کا انعطاف نما بھی دریافت ہو سکتا  
ہے۔ اس کے لئے کہو کہلا منشور چاہئے جس کے پہلو  
صحیح متوازی شیشے کے ہوں۔

### طیوف کے نقشوں کی تیاری

جب طیف خلی ہوتا ہے تو اس کے کسی خط کا محل طیف  
میں دریافت کرنے کے لئے یا تو اس خط کو دور بین کے  
صلیبی تاروں پر ماسک پر لا کر دور بین کا محل معلوم کر لیا  
جاتا ہے، یا ایک پیمانہ کو دور بین کے میدان نظر میں  
منشور کے دوسرے پہلو سے منعکس کر اگر اس خط کا اس  
پیمانہ پر محل معلوم کر لیا جاتا ہے۔ ہر دو صورتوں میں منشور  
قائم رکھا جاتا ہے یعنی اس کو حرکت نہیں دیجاتی۔ بعض  
اٹوں میں، جو مستقل انحراف کے طیف پیمائے ہیں،  
دور بین غیر متحرک ہوتی ہے، اور منشور کو گردش دیکر طیوف  
کو یکے بعد دیگرے دور بین کے صلیبی تاروں پر ماسک پر  
لائے ہیں۔ منشور کی گردش کے زاویہ سے خط کے

کو بھی اس سمت میں پھیرنے کی ضرورت پیش آئے تاکہ جہری کا خیال اس کے میدان نظر میں قائم رہے۔ بالآخر منشور کی مینر کے لئے ایک ایسی وضع دستیاب ہوگی کہ جہری کا خیال توازی گر کے محور سے اور زیادہ قریب ہو سکیگا۔ یہ اقل انحراف کی وضع ہوگی۔

اب دور بین کو پھیر کر جہری کے خیال کو اسی کے میدان نظر کے تقریباً بیچ میں لاؤ اور باندھنے کے بیچ کے ذریعہ سے اس کو جکڑ دو۔ پھر جہری کو جس قدر تنگ کر سکتے ہو کرو۔ اور منشور کو اس کے اقل انحراف کی وضع میں سے اہستہ اہستہ کئی بار مخالف سمتوں میں پھيرو۔ اس کے بعد دور بین کے اس بیچ کو گردش دو جس سے دور بین کو اہستہ حرکت پہنچتی ہے، یہاں تک کہ جب منشور کو پھيرو گے تو اس کی گردش سے جہری کا خیال ایک طرف سے بتدریج حرکت کرتا ہوا اگر صلیبی تاروں کے انتصابی تار سے دوسرا وی حصوں میں کٹا ہوا نظر آئے اس سے اور زیادہ پھیرنے سے خیال جدھر سے آیا تھا اور دہری واپس لوٹ جائیگا۔ بہر حال اس کا خط تنصیف انتصابی تار سے آگے نہ بڑھنے پائے۔ اس حالت میں دائری پیمانہ پر کسر پیاؤں کے ذریعہ دور بین کا محل بڑھ لو۔

اب منشور کو طیف پیمائی کی مینر پر سے اٹھا لو۔ اور دور بین کو پھیر کر اس کے محور کو توازی گر کے محور کی سیدہ میں لاؤ تاکہ جہری کا خیال بغیر انحراف، راست، صلیبی تاروں پر آجائے۔ اس وضع میں دور بین کو باندھنے کے بیچ سے جکڑ دو اور حاسی بیچ سے اہستہ حرکت دیکر ٹھیک وضع میں لاؤ۔ کسر پیمائوں کے ذریعہ اس کا

منشور کو طیف پیمائی میں ہر اس طرح رکھو کہ زاویہ (۱) جو ابھی ناپا گیا ہے اس کا انعطافی زاویہ ہو۔ یعنی شکل (۳۹) کی وضع میں رکھو تاکہ نور کی پینسل اس کے پہلو ۱ ب پر واقع ہو کر بعد انعطاف پہلو ۱ ج سے خارج ہو اور دور بین میں داخل ہو۔ منشور کو مینبر پر رکھتے وقت یہ بات پیش نظر رہنی چاہئے کہ توازی گزرنے سے جس قدر نور بہم پہنچ سکتا ہو دور بین میں داخل ہو۔ اس کا بہترین طریقہ یہ ہے کہ منشور کا انعطافی کنارہ مینبر کے مرکز پر رکھا جائے۔

دور بین کو پھیر کر جس سمت میں لانا چاہئے اس کو معلوم کرنے کے لئے پہلے دور بین کو ایک طرف پھیر کر رکھ دو، پھر ایک آنکھ سے منشور کے پہلو ۱ ج پر نگاہ دوڑاؤ حتیٰ کہ جھری کا خیال (جو منشور کے انعطاف سے پیدا ہوتا ہے) دکھائی دے۔ ابتداءً اس خیال کی تلاش کے لئے جھری کو کشادہ کر دو۔ جب خیال نظر آئے، سر کو حرکت نہ دیکر دور بین کو اس سمت میں پھیر لو۔ اب جب دور بین میں سے دیکھو گے تو میدان نظر میں جھری کا خیال صاف دکھائی دیگا۔

منشور میں سے گزرتی ہوئی، نور کی شعاعیں منحرف ہو گئی ہیں۔ زاویہ انحراف وہ زاویہ حادثہ ہے جو توازی گراور دور بین کے محوروں کے تقاطع سے بنتا ہے۔ جب منشور میں سے شعاعیں متشاکلاً گزرتی ہیں تو یہ زاویہ اقل ہو جاتا ہے۔ اقل انحراف کی وضع دریافت کرنے کے لئے دور بین میں جھری کے خیال پر نگاہ رکھو اور منشور کی مینبر کو ایسی سمت میں پھیرو کہ یہ خیال توازی گزرنے کے محور کی سمت سے۔ شکل (۳۹) سے قریب تر ہوتا جائے۔ ممکن ہے کہ دور بین

جائیں اور ان پر نگاہ رکھ کر دور بین کو ٹھیک مقام پر پہنچ کر لایا جائے تو متذکرہ بالا غلطی سے بچنا بہت آسان ہے۔

جن شعاعوں کے انعطاف سے دوسرے دو خیال پیدا ہوتے ہیں شکل (۵۰) میں نقطہ دار خطوط کے ذریعہ بتائے گئے ہیں۔ اگر منشور کی عقبی سطح ب ج پر کاغذ جا دیا جائے یا سطح خود غیر شفاف بنا دیا جائے تو انعطاف سے خیال نہ بن سکیں گے۔ بعض اوقات منعکس خیال خالی آنکھ کو صاف دکھائی دے سکتے ہیں، لیکن دور بین میں دکھائی نہیں دیتے۔ اس کی وجہ طیف پیمائی میں سطح کا نقص ہے۔ اگر اس کو ٹھیک سطح نہ کیا جائے تو منعکس خیال کی پنسل یا تو اوپر کی طرف چلی جاتی ہے یا نیچے کی طرف یعنی دور بین کی تلی کے بازوؤں سے ٹکرا جاتی ہے، اس کے محور کے متوازی نہیں جاتی۔ ان صورتوں میں خالی آنکھ سے خیال پر نگاہ رکھ کر جب دور بین کو ٹھیک سمت میں پرتے ہیں تو اس کا چشمہ آنکھ کے مستوی میں واقع نہیں ہوتا۔ اس لئے مینر کو اس کے مستوی کرنے کے پیچوں کے ذریعہ ٹھیک وضع میں لانا چاہئے تاکہ خالی آنکھ سے منعکس خیالوں کو جب دیکھتے ہیں تو آنکھ دور بین کے چشمہ کے مستوی میں ہو۔ پھر ان پیچوں کو حسب ضرورت مناسب سمتوں میں پہنچ کر مینر کی سطح کو اس انداز سے ٹھیک کیا جائے کہ جہری کا خیال منشور کے دونوں پہلوؤں کے انعکاس سے دور بین کے میدان نظر میں آئے۔ یہ واقعہ ہو جہاں منشور کے عدم موجودگی میں دور بین کو توازی گرئی سیدہ میں رکھ کر دیکھنے سے نظر آتا ہو۔

تجربہ ۱۶۴۔ اقل انحراف کے زاویہ کی پیمائش۔

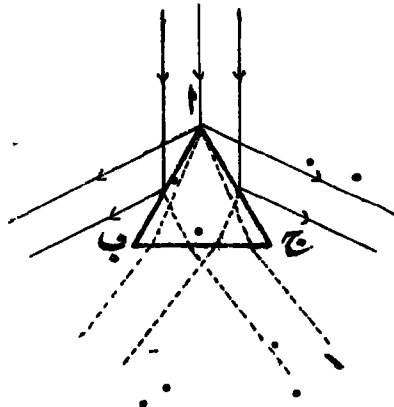
افقی مستوی میں آنکھ کو منشور کے ایک پہلو مثلاً  $AB$  کے مقابل رکھ کر دیکھنے سے اس سے منعکس ہو کر آنے والی پنس کی سمت دریافت ہو سکتی ہے۔ دور بین کو پھیر کر اس سمت میں لاؤ اور اس میں سے جھری کے خیال پر نظر رکھ کر جھری کو تنگ بناؤ۔ پہر دور بین کو ماسی پیچ کے ذریعہ آہستہ حرکت دیکر جھری کے خیال کو صلیبی تاروں سے منطبق کرو۔

مینر کے کسر پیا (یا کسر پیاؤں) کے ذریعہ دور بین کا محل پڑھ کر قلمبند کرو۔ چونکہ نشان نہایت باریک اور ایک دوسرے کے بہت نزدیک ہوتے ہیں اس لئے کسر پیاؤں پر گیس یا برقی چراغ کا نور منعکس کرنے کی ضرورت ہوگی۔ مینر یا منشور کو انہی وضعوں میں برقرار رکھ کر دور بین میں دوسرے پہلو  $AC$  سے منعکس ہوئی والی پنسل معائنہ کرو اور مکرر دور بین کا محل پڑھ کر قلمبند کر لو۔ اب دور بین کی دونوں وضعوں کا زاویہ میدان معلوم ہو جائیگا۔ اور اس کا نصف منشور کا زاویہ  $(A)$  ہوگا۔

اگر منشور کا تیسرا پہلو  $BC$  غیر شفاف نہ تو دور بین کو زاویہ منشور کے ایک پہلو کے سامنے سے پھیر کر دوسرے کے سامنے لانے میں جھری کے عموماً ہم خیال نظر آتے ہیں۔ ان میں سے دو تو نور کے انعکاس سے پیدا ہوتے ہیں جنکی وضع زاویہ کی پیمائش کے لئے معلوم کرنا ضروری ہے۔ دوسرے دو خیال منشور کی عقبی سطح (تیسرے پہلو یعنی  $BC$ ) کے انعطاف سے پیدا ہوتے ہیں۔ غلطی سے ان کو دیکھ کر دور بین کے مقام نہ لکھ لے جائیں۔ اگر پہلے خالی آنکھ سے منعکس پنسلوں سے پیدا ہونے والے خیالوں کے مقام دیکھ لئے

ترتیب دیا گیا ہے اس لئے ضرور ہے کہ توازی گر کی جھری سے اب متوازی شعاعوں کی پنسل آئے۔

تجربہ ۶۳۔ طیف پیماسے منشور کے زاویہ کی پیمائش۔ جہری کو کافی کہولہ و تاکہ توازی گر میں سے نور اچھی خاصی مقدار میں گزرے۔ منشور کو مینر پر رکھو اور اس کا جو زاویہ ناپنا مقصود ہو اس کو توازی گر کے عدسہ کی طرف پھیرو۔ اس عدسہ میں سے اب متوازی شعاعیں نکل کر منشور کے پہلوں اب اور اج (شکل - ۵) سے ٹکرائیں گی۔ (واضح ہو کہ منشور کا زاویہ اب اج ناپا جا رہا ہے)۔ اور ہر پہلو سے کچھ کچھ نور منعکس ہوگا، جیسا کہ مسلسل خطوط کے ذریعہ بتایا گیا ہے۔ طالب علم یقینی ثابت کر سکتے ہیں کہ ان منعکس پنسلوں کا ذریعہ توازی منشور کے زاویہ کا دوچند ہے۔ توازی گر کے محور سے



شکل ۵  
منشور کے زاویہ کی پیمائش



تاروں کا فاصلہ اس کے ماسکی طول کے مساوی کیا جائے۔  
سہل ترین طریقہ یہ ہے کہ دور بین ایک بہت دور کے  
شخص کو دیکھنے کے لئے ماسک پر لائی جائے۔

اس ترتیب کے بعد مشاہدہ کرنیوالا دور کے شخص  
اور صلیبی تاروں، دونوں کو ایک ساتھ، بے تکلف (یعنی آنکھ  
کا ماسکی طول تبدیل کئے بغیر) صاف دیکھ سکتا ہے صحت  
کے امتحان کے لئے طریقہ اختلاف منظر سے کام لیا جائے  
یعنی دور بین کے چشمہ کے عقب میں آنکھ کو ایک طرف  
سے دوسرے طرف حرکت دیکر دیکھا جائے آیا دور کے  
شخص اور صلیبی تاروں میں کچھ اضافی حرکت تو نہیں پائی  
جاتی۔ اضافی حرکت نہ تو ترتیب صحیح ہے۔

توازی گر۔ جہری کے پیچھے سوڈیم کا شعلہ (حسب ہدایت  
مندرجہ صفحہ ۸، ۱۵) کھڑا کرو۔ شعلہ کا روشن ترین حصہ جہری کے  
مقابل آنا چاہئے۔ دور بین کو پھیر کر اس کے محور کو توازی گر  
کے محور کے ساتھ ایک خط مستقیم میں رکھو۔ اب اگر  
دور بین میں سے دیکھو گے تو جہری کا زرد رنگ کا خیال  
نظر آئیگا، لیکن علی العموم اس کی وضاحت ٹھیک نہوگی۔ اور  
توازی گر کو ماسک پر لانا پڑیگا۔ اس کے لئے اس کے  
عدسہ اور جہری کا درمیانی فاصلہ ٹھیک کرنا ہوتا ہے یہاں تک  
کہ جہری کے کنارے صاف اور واضح نظر آئیں۔

جب ترتیب مکمل اور ٹھیک ہوگی صلیبی تاروں اور  
جہری کے کناروں میں اختلاف منظر نہونا چاہئے۔ چونکہ  
قبل ازیں دور بین کو متوازی شعاعوں کو ماسک پر لانے کیلئے

مینر کو گردش دیکھتی ہے دور بین بھی اُسی کے گرد گھومتی ہے۔ اور مینر کی طرح، باندھنے کے پیچ اور ماسی پیچ سے مہیا ہوتی ہے۔

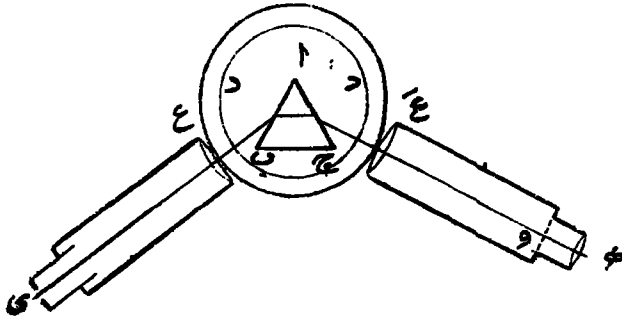
تجربہ ۶۲۔ طیف پیمائی ترتیب۔ طیف کو ٹھیک طور پر ترتیب دینے میں بہت احتیاط کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ اس کی بناوٹ میں کوئی نقص نہیں ہے اور جیٹی ترتیبیں سب ٹھیک ہیں۔ پس یہاں صرف اس کی اہم مناظری ترتیبوں کا ذکر ہوگا۔

دور بین۔ دور بین کا چشمہ، عدسہ میدان سے ایک معین چھوٹے فاصلہ پر رکھے ہوئے شخص کا بڑا خیال بنانے کی غرض سے استعمال ہوتا ہے۔ دور بین کی نلی میں آئینے کو آگے یا پیچھے ہٹا سکتے ہیں۔ کسی یکساں منور سطح مثلاً روشن دیوار کی طرف دور بین کا منہ پھیرو اور چشمہ کو نلی میں حسب ضرورت خفیف سا آگے یا پیچھے سرکاؤ حتیٰ کہ اس کے صلیبی تار واضح نظر آئیں۔

ایسی حالت میں کہا جاتا ہے کہ چشمہ صلیبی تاروں پر ماسکہ پہن لایا گیا ہے۔ مگر یہ یاد رکھنا چاہئے کہ آنکھ کی طاقت توفیق کی وجہ سے یہ ترتیب بالکل ٹھیک انجام نہیں پاتی۔ تھوڑا سا نقص باقی رہ جاتا ہے۔ اب دور بین کو متوازی شعاعوں کو ماسکہ پہن لانے کے لئے ترتیب دیا جائے، یعنی عدسہ شخص یا دھانہ سے صلیبی

اور عدسہ میں سے متوازی پنسل خارج ہو۔

منشور ا ب ج ایک دائری مینر (د) پر رکھا جاتا ہے، جو انتصابی محور پر گردش کر سکتا ہے۔ مینر کو عموماً ایک کلیپ (پیچ) کے ذریعہ کسی بھی وضع میں حسب غشاء



شکل ۴۹

طیف پیماس کا خاکہ

بکھڑ دیا جاسکتا ہے۔ بعض اوقات ایک مماسی پیچ بھی مہیا ہوتا ہے تاکہ مینر کو آہستہ حرکت دیجاسکے۔ متوازی شعاعوں کی پنسل منشور سے نکل کر عدسہ (ع) میں داخل ہوتی ہے اور پھر اس کے اصلی ماسک (و) پر جمع ہو جاتی ہے، جس سے بھری کا حقیقی خیال عدسہ (ع) کے ماسکی مستوی میں تیار ہوتا ہے۔ مرکب چشمہ (ھ) کے پاس جب آنکھ رکھی جاتی ہے تو اس حقیقی خیال کا مجازی اور بڑا خیال نظر آتا ہے۔ عدسے (ع) اور (ھ) ایک نلی میں بٹھائے ہوتے ہیں۔ یہ دونوں ملکر آلہ کی دور بین بنتی ہے۔ جس انتصابی محور پر منشور کی

اس آئہ کے ضروری اجزاء حسب ذیل ہیں :-

(۱) توازی گر (کو لمپٹر) جس سے شعاعوں کی پنسل متوازی بنائی جاتی ہے۔

(۲) منشور (یا انتشار پیدا کرنے والی جالی) جو شعاعوں کو منتشر کرنے کے لئے ایک گردش پذیر مینر پر سہارا جاتا ہے۔

(۳) دور بین جس سے طیف کا معائنہ کیا جاتا ہے۔  
ان کے لئے درجہ دار دائرے اور کسر پیمای بھی ہوتے ہیں تاکہ منشور اور دور بین کے محل (اور ان کی وضعوں) کا صحیح تعین ہو سکے۔ شکل ۳۸ اور (۴۹) میں اس آئہ کی اہم ترین خصوصیات بتائی گئی ہیں۔

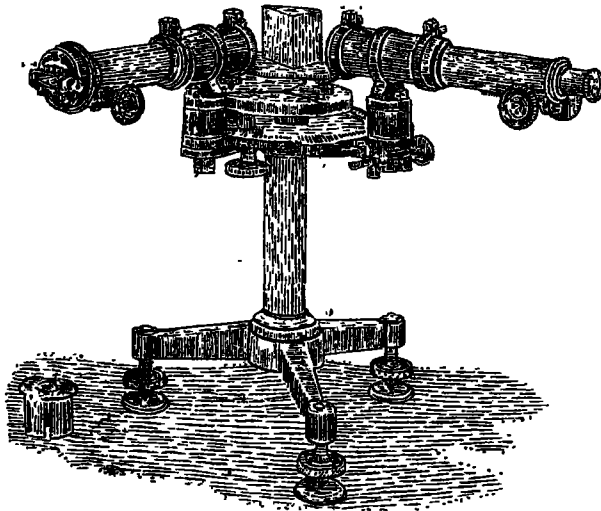
توازی گر ایک نلی ہے جس کے ایک سرے پر ایک تنگ جھری (دی) (مناسب پیچ کے ذریعہ) ترتیب دیجاسکتی ہے۔ نلی کے دوسرے سرے پر 'لونی' ضلالت سے پاک ایک عدسہ (ع) ہوتا ہے۔ جس نور کے طیف کا معائنہ کرنا مقصود ہوتا ہے اس کے مبداء سے جھری کو روشنی پہنچائی جاتی ہے۔ اکثر تجربوں کیلئے معمولی گیس کے شعلہ میں نمک طعام کے حل میں ڈبوئے ہوئے اسبسطوس کے ریشے پکوانے سے جو زرد رنگ پیدا ہوتا ہے، کافی ہے، کیونکہ یہ نور تقریباً ایک 'لونی' ہے۔ جھری اور عدسہ (ع) کا درمیانی فاصلہ گھٹ بڑھ سکتا ہے تاکہ جھری ٹھیک عدسہ کے ماسک پر رکھی جاسکے

طریقہ استعمال ہوتا ہے اور بجائے سفید پردہ کے عکس  
کشی کی تختی رکھ دی جاتی ہے۔ طیف پیماکا بھی یہی اصول  
ہے۔

### فصل (۲) طیف پیم

طیف نما وہ آکھ ہے جس سے نور کی شعاعوں کو  
منتشر کر کے طیف بنایا جاتا ہے اور اس طیف کا  
موائنہ کیا جاتا ہے۔

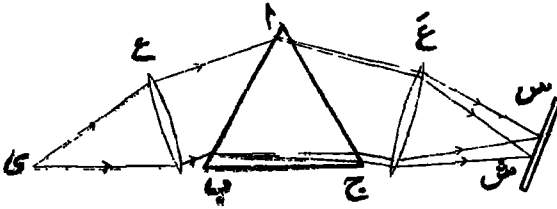
طیف پیم طیف نما کے متشابہ آکھ ہے لیکن اس  
میں منتشر شعاعوں کا انحراف وغیرہ ناپنے کے لئے  
مناسب انتظام جمیا ہوتا ہے۔



شکل ۲۸۔ طیف پیم

اور پھر عدسہ حسب ضرورت ذرا ذرا سرکا کر رکھا جائے  
یہاں تک کہ یہہ خیال پردے پر ٹھیک ماسکہ پر آجائے۔  
طریقہ مصرحہ بالا سے پردہ پر ایک کافی خالص طیف پیدا  
کیا جاسکتا ہے۔

چونکہ منشور میں سے گزرنے والی شعاعیں ایک مستحق  
پنسل سے متعلق ہیں یہہ طیف فی الحقیقت خالص نہیں۔  
ایک ہی رنگ کے نور کی شعاعیں منشور میں سے متوازی  
گزرنے کے لئے جھری اور عدسہ کا درمیانی فاصلہ عدسہ  
کے ماسکی طول کے مساوی ہونا چاہئے۔ منشور میں سے

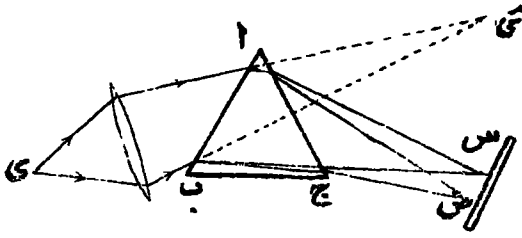


شکل ۴۷

### خالص طیف کی پیدائش

جس راستے پنسل خارج ہوتی ہے اگر وہاں آنکھ رکھی جائے  
تو اس کو ایک مجازی اور خالص طیف دکھائی دیگا۔  
اس خالص طیف کو پردہ پر اتارنے کے لئے خارج پنسل  
کے سدا راہ ایک دوسرا محدب عدسہ رکھا جانا چاہئے  
جس کا فاصلہ پردہ سے اسن کے ماسکی طول کے  
برابر ہو۔ یہہ ترتیب اکثر کاموں میں مفید پائی جاتی ہے  
مثلاً جب طیف کا عکس (فوٹو) لینا ہوتا ہے تو یہی

محدب عدسہ کے ذریعہ سے عین جھری پر ماسک پر لانا چاہئے۔  
 جھری کے دوسرے جانب ایک دوسرا محدب عدسہ  
 ٹھیک مقام پر رکھ کر سفید پردے پر جھری کا واضح اور ممتاز محدود  
 خیال تیار کیا جائے۔ عدسہ سے جو پنسل گزرے اُسکی راہ  
 میں منشور کو رکھا جائے اور اُس کا انعطافی کنارہ انتصابی  
 وضع میں ترتیب دیا جائے۔ ایک سفید تاو اگر خارج شعاعوں  
 کی راہ میں پکڑا جائے تو اسپر رنگین قطعات کا ایک  
 سلسلہ نظر آئیگا۔ بالعموم پردہ کو اُس کے سابقہ مقام سے  
 ہٹا کر رکھنا پڑتا ہے تاکہ یہ رنگین قطعات اسپر آئیں۔



شکل ۴۶

پردہ پر طیف کی پیدائش

منشور کو حسب ضرورت مناسب سمت میں پھیر کر اقل انحراف  
 کی وضع میں لاؤ۔ اُس کے بعد جھری کے خیال کو غالباً پردہ  
 پر مکرر ماسک پر لانے کی ضرورت ہوگی۔ اُس کے لئے  
 عدسہ سے آنے والی شعاعوں کے راستہ میں ایک چھوٹا  
 مستوی آئینہ رکھا جاسکتا ہے۔ آئینہ کو پھیر کر پردہ پر  
 طیف سے متصل جھری کا ایک سفید خیال بنایا جائے۔

# ساتوان باب

طیوف اور طیف پیا -

فضل (۱) طیف بناتے کی ترکیب

سپرائیزیک نیوٹن کے مشہور تجربہ کی طرح جب سفید روشنی کی پنسل ایک منشور میں سے گزرتی ہے تو مختلف رنگوں میں منتشر ہو جاتی ہے اور رنگیں قطعات کا ایک سلسلہ نظر آتا ہے جو طیف کہلاتا ہے۔ خالص طیف تیار کرنے کے لئے، جس میں ایک رنگ کا قطعہ دوسرے رنگ کے قطعہ کے بازو ہو نہ کہ اسپر متراکب، مبداء نور ایک تنگ جھری کی شکل میں ہونا چاہئے اور منشور کو اقل انحراف کی وضع میں رکھ کر اس میں سے متوازی شعاعوں کی پنسل کو گزرنے دینا چاہئے۔

تجربہ ۶۱۔ پردے پر طیف کی پیدائش۔ پہلے کمرہ

میں اگر تجربہ کرنا ہو تو بہت تیز اور سفید روشنی کا مبداء چاہئے مثلاً لائٹ لائٹ یعنی چوٹے کی روشنی یا برقی قوس کی روشنی۔ تاریک کمرہ میں تجربہ کرنے کے لئے گیس یا تیل کا چراغ ہی کافی ہو سکتا ہے۔ ایک فلزی تختی کے پیچ میں ایک تنگ انتصابی وضع کی جھری بنا کر مبداء کی روشنی کو ایک مکثف نور



جو خیال دکھائی دیکھا یساں روشن ہوگا اور اس میں شخص (جو کثفہ کے سہوہ سے چھوٹا فرض کیا جاتا ہے) کے تمام حصے موجود ہونگے۔ سوراخدار پردہ کو اس کے مقام سے ہٹا کر دیکھو خیال کی روشنی پر اس کا کیا اثر پڑتا ہے۔ تمہیں معلوم ہو جائیگا کہ اس کے لئے صرف ایک ہی ایسا مقام ہے جس پر اس کو دیکھنے سے خیال یساں روشن نظر آتا ہے۔

تجربہ ۶۔ مناظری قندیل کے عدسہ شخص کی طاقت تبکیر کی پیمائش اور اس کے ماسکی طول کی تعیین۔ شخص پر کسی دو واضح نقطوں کا اور اُن کے خیالوں کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے۔ آخر الذکر کو اول الذکر پر تقسیم کر کے عدسہ کی طاقت تبکیر شمار کیجائے۔ اس خاص صورت میں اس کی علامت منفی ہوگی کیونکہ خیال معکوس ہے۔

عدسہ سے سفید پردہ تک کا فاصلہ ناپ لیا جائے اور اس کے ماسکی طول کی قیمت ضابطہ ذیل سے شمار کیجائے :-

$$م = \frac{خ}{ا-ک}$$

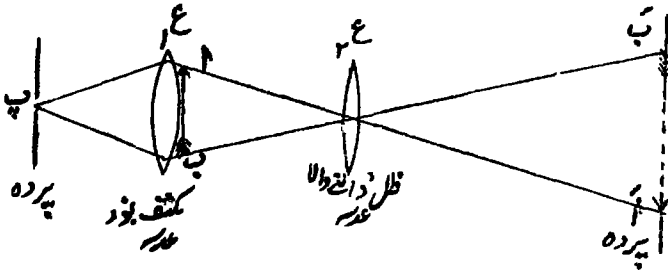
احتیاط رہے کہ (خ) اور (ک) کی صحیح علامتیں درج ہوں

### تجربہ ۵۹۔ مناظری قنیل بنائیکی ترکیب -

مناظری قنیل کے عمل کی توضیح کے لئے بڑے سپہود کے دو عدسے منتخب کر لو، جن میں سے ایک کا ماسکی طول تقریباً ۲۵ سم ہو اور دوسرے کا ۱۵ سم۔ مبداء نور چھوٹے ابعاد کا چاہئے۔ اس شخص سے ایک فلزی پردہ کے پنج میں کوئی ۱۵ سم قطر کا ایک سوراخ کر کے اس کے پیچھے موم بتی یا مچھولی چراغ کا شعلہ رکھا جائے۔ ایک فلزی تیر یا شیشہ پر کندہ کیا ہوا پچانہ بطور شخص استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اگر بڑے ماسکی طول (۲۵ سم) کے عدسہ کو عدسہ شخص کی حیثیت سے ترتیب دیکر سفید پردہ کو دور رکھ کر اوسپر بڑے ابعاد کا خیال اتارنے کی کوشش کی جائے تو خیال بہت مدہم بینگا اور صرف اس کے وسطی حصے نظر آئیں گے۔ اب چھوٹے ماسکی طول (۱۵ سم) کے عدسہ کو شخص کے پیچھے کھڑا کرو اور سوراخدار فلزی پردہ ایسی جگہ رکھو کہ منور سوراخ کا خیال عدسہ شخص کے وسطی حصے پر پیدا ہو، یعنی باعتبار اس کثیف نور عدسہ کے پردہ کا سوراخ اور عدسہ شخص کا وسطی حصہ باہم دیگر زوجی ماسکے ہوں۔ مثلاً اگر کو اس طرح ترتیب دیا جاسکتا ہے کہ فلزی پردہ کے سوراخ اور عدسہ شخص میں فاصلہ اقل ہو (۱۲۹) اور کثیف ماسکی طول کا چہار چند ہو۔ اس صورت میں زوجی ماسکوں کو عدسہ کے متشاکل نقطے کہتے ہیں۔ اگر شخص کثیف سے ذرا ہی سامنے ہو تو سفید پردہ پر

ظل ڈالنے کے عدسہ (یا عدسہ شخص کی خطی تبکیر

$$= \frac{\text{خیال کے خطی ابعاد}}{\text{شخص کے (جوابی) خطی ابعاد}}$$



شکل ۲۵

مناظری قندیل کی ترکیب

یہ نسبت سید ہے خیال کیلئے مثبت تصور ہوتی ہے اور  
مکوس کے لئے منفی۔  
خطی تبکیر (ک) کا عام ضابطہ یہ ہے :-

$$ک = \frac{خ}{ش}$$

جس میں (خ) خیال کا عدسہ سے فاصلہ ہے اور  
(ش) شخص کا فاصلہ عدسہ ہے۔

لیکن (م) ماسکی طول کے عدسہ کیلئے  $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$

$$پس ۱ - \frac{خ}{ش} = \frac{خ}{م} \quad یا \quad ک = \frac{خ}{م}$$

$$اور \quad م = \frac{خ}{۱-ک}$$

پھر دونوں عدسوں کے ماسکی طول دریافت کرو اور دہانہ کے ماسکی طول اور عدسہ چشم کے ماسکی طول میں نسبت شمار کرو۔ اس نسبت سے دور بین کی طاقت بیکثیر اس صورت میں دریافت ہوتی ہے جبکہ ترتیب طبعی ہو۔

### فصل (۴) مناظری قندیل

مناظری قندیل عموماً کسی عکس (فوٹو) کے شفاف حصہ وغیرہ کا بڑا خیال بنا کر پردہ پر اتارنے کی غرض سے استعمال ہوتی ہے۔ اس میں دو عدسے (یا عدسی نظام) ہیں، ایک نفل ڈالنے کا عدسہ (یا عدسہ شخص) ہوتا ہے، اور دوسرا عدسہ مکثف نور۔ اول الذکر ضلالت کوئی وغیرہ سے پاک عدسوں کا ایک مجموعہ ہے، جس کے اولی اصلی ماسک سے ذرا دور پر 'شخص' یعنی مناظری تختی (سلائیڈ) ترتیب دیجاتی ہے، تاکہ حقیقی اور بڑے قد و قامت کا خیال پیدا ہو۔ مکثف نور عدسہ عموماً دو مستوی محدب عدسوں کا مجموعہ ہوتا ہے جو ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں اور جبکی منفی سطحیں باہم دیگر مقابل ہوتی ہیں تاکہ مجموعہ مدقق ہو۔ اس کو اس غرض سے شریک کریتے ہیں کہ مبداء نور سے شعاعوں کی جو متسع پنسل نکلتی ہے اس کا اکثر حصہ نفل ڈالنے والے عدسہ کے بیچ میں سے گزرے۔ اس سے خیال میں بعد اسکان کم کچی (کروی ضلالت) پیدا ہوتی ہے اور نیز میدان کی وسعت بہت بڑھ جاتی ہے۔

تجربہ ۷۸۔ دور بین کی طاقت تبکیر۔ ایک

آنکھ سے پیمانہ کو دور بین میں دیکھو، دوسری سے پیمانہ راست معائنہ کرو۔ چونکہ دونوں آنکھوں سے ایک ہی وقت میں علیحدہ علیحدہ کام لئے جارہے ہیں، شاید مبتدی کو پہلے پہلے کچھ دقت محسوس ہوگی۔ اگر عدسہ چشم اس طرح ترتیب دیا جائے کہ دونوں آنکھوں کی توفیق ایک ہی ہے، یعنی آخری مجازی خیال کی پیدائش مشاہدہ کرنے والے سے اسی فاصلہ پر ہوتی ہے جس پر خود پیمانہ رکھا ہوتا ہے، تو یہ دقت بہت کچھ رفع ہو جائیگی۔ دور بین کے عدسہ چشم کو مٹا کر ماسک پر لاتے وقت یہ بات ذہن میں جائے رکھو کہ خیال اسی فاصلہ پر ہے جس پر پیمانہ واقع ہے۔ اگر ترتیب ٹھیک ہے اور دونوں آنکھوں سے وقت واحد میں کام لیا جاتا ہے تو سر کو خفیف سا مٹالے سے مجازی خیال اور پیمانہ کو کوئی اضافی حرکت نہ محسوس ہوگی۔

دور بین میں سے پیمانہ کے چند درجوں (ت) کو ملاحظہ کرو، اور دیکھو خالی آنکھ سے اس کے کتنے درجے (ت) ان کے ساتھ منطبق ہوتے ہیں۔ دور بین کی طاقت تبکیر ت<sub>۱</sub> کے مساوی ہوگی۔

اسکی تصدیق کے لئے دور بین کے عدسہ شخص (دیمانہ) سے اپن تک کا فاصلہ ناپو اور اس کو اپن سے عدسہ چشم تک کے فاصلہ پر تقسیم کرو۔

$$= \frac{\text{دب ۱}}{\text{ج دب ۱}} \text{ تقریباً}$$

یعنی طاقت تکبیر =  $\frac{\text{حقیقی خیال کا فاصلہ دہانہ سے}}{\text{حقیقی خیال کا فاصلہ چشمہ سے}}$  -

دور بین کی طاقت کے لئے یہ جو نسبت اخذ کی گئی ہے ہر حالت میں صحیح ہے، خواہ ترتیب طبعی ہو یا نہ ہو اور آخری مجازی خیال کا فاصلہ آنکھ سے کچھ بھی ہو -

تجزیہ ۷۷ - سادہ دور بین بنائیکی ترکیب -

بطور شخص کے ایک درجہ دار پیمانہ کو انتصابی وضع میں کافی دور کھڑا کرو۔ اگر مناسب پیمانہ نہ مل سکے تو اینٹھٹھ کی کسی دیوار کے ساتھ مشاہدہ ہو سکتا ہے۔ دو محدب عدسے لو، ایک عدسہ بڑے سے بڑے ماسکی طول کا چاہئے دوسرا چھوٹے سے چھوٹے ماسکی طول کا۔ پہلا عدسہ بطور عدسہ شخص یا دہانہ کے مجوزہ شخص یعنی پیمانہ یا دیوار کا حقیقی خیال بنانے کے لئے ترتیب دیا جائے۔ اگر آنکھ اس حقیقی خیال کے پیچھے کافی دور واقع ہو تو خیال صاف دکھائی دے سکے گا۔ پیمانہ کے کسی ایک درجہ کے حقیقی خیال کے ساتھ ایک الپن منطبق کرا یا جائے۔ یہ اس وقت ممکن ہوگا جبکہ درجہ کے خیال اور الپن میں اختلاف منظر نہ ہوگا۔

پھر چھوٹے ماسکی طول کا عدسہ چشمہ کی طرح ترتیب دیا جائے۔ تاکہ پیمانہ کے درجے بڑے اور واضح نظر آئیں -

ماسکی مستوی ہوتی ہے۔ شکل (۳۳) میں بتایا گیا ہے کہ دور کے شخص کے کسی نقطہ سے جو شعاعیں دور بین کے اصلی محور کے متوازی آتی ہیں (د) پر جو دہانہ (د) کا اصلی ماسک ہے جمع ہو جاتی ہیں۔

دو کے شخص کے کسی اور نقطہ سے شعاعوں کی جو پندل سمت (د) کے متوازی آتی ہے نقطہ (ا) پر ماسک پر آتی ہے جو دہانہ کے ماسکی مستوی میں واقع ہے۔

حقیقی جو معکوس جو خیال پیدا ہوتا ہے عدسہ چشم اسکی بکجہ کے ایک مجازی خیال بناتا ہے جو عدسہ چشم کے اسی بازو ہوتا ہے جدھر پہلا حقیقی خیال ہے۔

جب دور ہیں طبعی ترتیب کی حالت میں ہوتی ہے اس کا عدسہ چشم متذکرہ بالا حقیقی خیال سے آگے کو بقدر اس کے ماسکی طول کے بڑھا کر رکھا ہوا ہوتا ہے۔ پس اسی صورت میں چشمہ سے جو شعاعیں خارج ہوتی ہیں متوازی ہوتی ہیں اور اس لئے آخری مجازی خیال آنکھ سے لگتا ہی دور نظر ہوتا ہے۔ ان متوازی شعاعوں کی سمت (ا) - (ج) سے ملانے سے جو عدسہ چشم کا مرکز ہے معلوم ہو جاتی ہے۔

اگر آنکھ دور کی چیز کو دیکھنے کے لئے تیار ہے اور عدسہ چشم کے پیچھے رکھی جاتی ہے تو یہ متوازی شعاعیں پردہ شبکہ پر ماسک پر آجائیگی اور ام کا خیال اس و بڑا نظر آئیگا۔

چونکہ (ف) تقریباً (م) کے مساوی ہوتا ہے، اس لئے یہ تقریبی ضابطہ حاصل آتا ہے

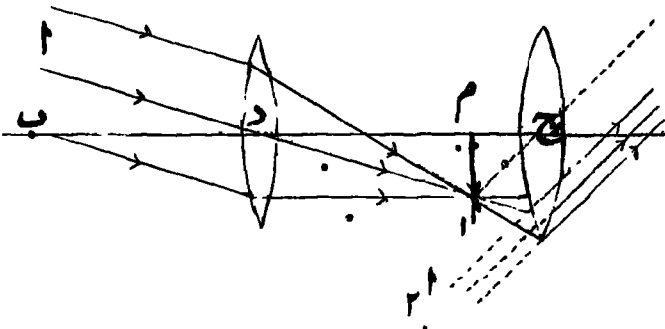
$$\frac{۲۵}{م} = کج$$

فصل (۳) دور بین

دور بین کی ترکیب اور اسکی بیکری طاقت

دور بین کے ضروری اجزاء دو محدب عدسے ہیں :

- (۱) دھانہ یا عدسہ شخص جس کا ماسکی طول لمبا ہوتا ہے۔
  - (۲) چشمہ یا عدسہ چشم جسکا ماسکی طول چھوٹا ہوتا ہے۔
- بڑے ماسکی طول کے عدسہ سے دور کے شخص کا حقیقی اور معکوس خیال بنتا ہے۔ اگر شخص بہت دور ہو جیسا کہ فکلی دور بین میں ہوتا ہے، اس خیال کی پیدائش دھانہ کے



شکل (۳۴)

دور بین بحالت ترتیب طبعی



واضح ہو کہ  $\frac{\text{خیال اب کا قد}}{\text{شخص اب کا قد}} = \text{ک}$

$$= \frac{\text{(د) سے خیال اب کا فاصلہ}}{\text{(د) سے شخص اب کا فاصلہ}}$$

یہ فاصلے ناپ لئے جائیں اور ان سے (ک) شمار کر لی جائے۔ دیکھو شخص اب کا فاصلہ (د) دہانہ کے ماسکی طول کے قریب قریب مساوی ہے۔ اور خیال اب کا فاصلہ (د) سے تقریباً خرد ہیں کی نلی کے طول کے مساوی ہے۔ (ک) کا شمار :-

حلقہ چشم کو عدسہ چشم کے بالکل قریب فرض کر کے عدسہ چشم کی تکبیری طاقت ضابطہ ذیل سے دریافت ہوتی ہے۔

$$\text{کچ} = 1 - \frac{25}{\text{م}}$$

جس میں (م) عدسہ چشم کا ماسکی طول ہے۔ پس (م) معلوم کیا جائے اور (کچ) شمار کر لیا جائے۔ اور پھر اس سے

$$\text{ک} = \text{کچ} \times \text{کچ} \dots$$

اگر حلقہ چشم اور عدسہ چشم میں فاصلہ قلیل نہ ہو تو فرض کرو وہ (ف) ہے۔ مجازی خیال حلقہ چشم سے ۲۵ سنتی میٹر پر بنتا ہے نہ کہ عدسہ چشم سے۔ پس تکبیری طاقت اس صورت میں

$$\text{کچ} = 1 - \frac{25 - \text{ف}}{\text{م}} \text{ ہے}$$

اس کے درجے حقیقی خیال  $A_B$  کے درجوں کے بازو ہوں۔ گن کر دیکھو اس چھوٹے کاغذ کے کتنے (ت) درجے خیال  $A_B$  کے (ت) درجوں سے منطق ہوتے ہیں۔

$$\text{تب (ک)} = \frac{\text{ت}}{\text{ت}}$$

(ک) کی تعین۔ چشمہ کی تکمیری طاقت (ک) کی تعین کے لئے صلیبی تاروں کے فلزی حلقہ پر ایک چھوٹا مربع کاغذ رکھو اور اس کو اس طرح ترتیب دو کہ حقیقی خیال  $A_B$  کو ڈھانپ دے۔ پھر آنکھ کو حلقہ چشمہ پر رکھو اور اس کاغذ کے درجوں کا پلیٹ فارم پر کے کاغذ کے درجوں سے مقابلہ کر دو خالی آنکھ سے دیکھا جا رہا ہوگا۔ واضح ہو کہ یہ طریقہ بعینہ وہی ہے جس سے ایک سادہ عدسہ کی تکمیری طاقت دریافت کی جاتی ہے۔ (ک) کی اس طرح جو قیمت برآمد ہو قلمبند کر لو اور پھر

$$\text{بذریعہ ک} = \text{ک} \times \text{ک}$$

خردیں کی تکمیری طاقت شمار کرو۔

طریقہ (س)۔ (ک) اور (ک) حلقہ حلقہ شمار کر لئے جائیں اور پھر عدسہ کی تکمیری طاقت (ک) جو ک  $\times$  ک کے مساوی ہے شمار کر لیجائے۔

فاصلہ پر لاؤ۔

تجزیہ ۵۶۔ خردیوں کی تبکیری طاقت۔

طریقہ (۱) پلیٹ فارم پر کے مربع دار کاغذ کو راست ایک آنکھ سے مشاہدہ کرو جبکہ دوسری آنکھ خردیوں میں سے پہلے کاغذ کے خیال کو دیکھتی ہو۔ اگر دونوں آنکھوں کی بصارت طبعی ہو تو مشق کرنے سے وقت واحد میں دونوں خیال ایک ساتھ نظر آ سکیں گے، خردیوں میں سے جو بڑا مربع دکھائی دے گا خالی آنکھ کو نظر آنے والے چند مربعوں پر منطبق ہوگا۔ اگر دونوں خیالوں کو ایک وقت دیکھنے میں وقت محسوس ہو تو آنکھوں کو باری باری سے کچھ دیر تک کہو لو اور بند کرو تاکہ علیحدہ علیحدہ خیال نظر آئیں، پھر دونوں آنکھوں کو ایک ساتھ کہو لو تاکہ خیال منطبق نظر آئیں۔ اگر خالی آنکھ سے (ت) درجے خردیوں میں سے دکھائی دینے والے (ت) درجوں کے ساتھ منطبق ہوں تو خردیوں کی تبکیری طاقت  $\frac{ت}{ت}$  ہوگی اسلئے کہ اس صورت میں  $\frac{ا ب}{ا ب} = \frac{ت}{ت}$

طریقہ (۲) علیحدہ علیحدہ دہانہ اور چشمہ کی تبکیری طاقتوں کی تعیین کرو۔ اگر دہانہ کی طاقت (ک) ہے اور چشمہ کی (ک) تو خردیوں کی تبکیری طاقت (ک) = ک × ک ح (ک) کی تعیین۔ جس فلزی حلقہ پر صلیبی تار تانے گئے ہیں اس پر ایک چھوٹا مربع دار کاغذ ایسی وضع میں رکھو کہ

افقی وضع میں اس طرح رکھو کہ عدسہ کا محور سوراج کے مرکز میں سے گزرے۔ تختی پر ایک دوسرا مرعدار کا غد جمادو۔

(۴) پلیٹ فارم کے اوپر، قرینق کی ٹیکن پر ایک فلزی حلقہ نصب کرو جس پر صلیبی تار تانے ہوئے ہوں۔ اوپر سے نیچے کی طرف نگاہ ڈالی جائیگی تو حقیقی، اور شخص سے بڑا، خیال اب دکھائی دیگا۔ صلیبی تاروں کے حلقہ کی بلندی کو ٹھیک کر لو تاکہ ان میں اور خیال کے خطوط میں اختلاف منظر نہ رہے۔ ایسی صورت میں صلیبی تار اس افقی مستوی میں ہوتے ہیں جس میں دہانہ سے پیدا ہونے والا خیال ہوتا ہے۔

(۵) چشمہ کو (جو ۴ یا ۵ سم ماسکی طول کا عدسہ ہو تو بہتر ہے) ٹھیک موقع پر رکھو تاکہ دہانہ سے پیدا ہونے والے خیال کی ٹیکر عمل میں آئے۔

(۶) حلقہ چشم کا ٹھیک مقام دریافت کرو، یعنی آنکھ کی پتلی کے لئے ایسا مقام دریافت کرو کہ جب پتلی وہاں ہو تو عدسہ چشم میں سے گزرنے والی شعاعوں کا اعظم حصہ اس میں داخل ہو سکے۔ جب آنکھ اس مقام پر ہوتی ہے تو عدسہ چشم کا میدان مرعدار کا غد کے خیال سے بڑے نظر آتا چاہئے۔ اگر ضرورت ہو تو حلقہ چشم کا صحیح مقام یاد رکھنے کے لئے وہاں ایک فلزی حلقہ رکھا جاسکتا ہے۔

(۷) پلیٹ فارم کو ترتیب دیکر حلقہ چشم سے ۵ سم

ذریعہ تیار ہوتا ہے اور ام جہ مجازی خیال ہے جو چشمہ یا عدسہ چشم سے تیار ہوتا ہے۔

خرد ہیں کی تکبیری طاقت (بلحاظ تعریف)

مجازی خیال ام جہ کا زاویہ نشر (جو انکسار پر بنتا ہے)

شخص ام جہ کا زاویہ نظر (ج) پر جبکہ ۲ سم فاصلہ پر ہوتا ہے

(ج) پر ام جہ کا زاویہ نظر

(ج) پر ام جہ کا زاویہ نظر

(یہاں ام جہ = ام)

خرد ہیں کی تکبیری طاقت =  $\frac{\text{ام جہ}}{\text{ام جہ}}$  (تقریباً)

تجربہ ۱۔ خرد ہیں بنائیکی ترکیب - (۱) غرنیش

کی ٹیکن کے افقی قاعدے پر ایک مربعدار کا غذا کا چھوٹا ٹکڑا، یا ایک چھوٹا واضح نشان کیا ہوا ملی میٹر پیمانہ بطور شخص استعمال کیا جائے۔

(۲) - ۲ یا ۳ سنتی میٹر ماسکی طول کا ایک عدسہ لوتا کہ بطور

عدسہ شخص استعمال کیا جائے۔

اس کا ماسکی طول (تقریبی) دریافت کرو، اور اس سے کچھ

زیادہ فاصلہ پر مربعدار کا غذا کا ٹکڑا یا ملی میٹر پیمانہ کے اوپر

ٹیکن پر رکھو۔

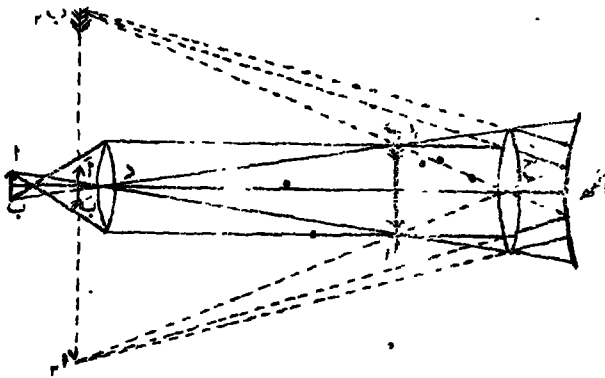
(۳) عدسہ کے اوپر مناسب فاصلہ پر ایک چھوٹی

تختی (یا پلیٹ فارم) جس کے پنج میں دائری سوراخ ہو،

ماسکی طول سے ذرا ہی بڑا ہوتا ہے۔ اس لئے عدسہ کے دوسرے بازو ایک حقیقی، معکوس اور شخص سے بڑا خیال پیدا ہوتا ہے۔ شکل (۴۲) میں اب شخص ہے اور اب متذکرہ بازو خیال ہے جو دہانہ (د) سے بنتا ہے۔ یہ حقیقی خیال عدسہ چشم یا چشمہ (ج) میں سے دیکھا جاتا ہے۔ چشمہ کا عمل جینہ ایک سادہ مکبر شیشہ کا سا ہے۔

حقیقی خیال اور عدسہ چشم میں عدسہ کے ماسکی طول سے کم فاصلہ ہے۔ اس لئے جو خیال پیدا ہوتا ہے مجازی اور شخص، یعنی پہلے (حقیقی) خیال سے بڑا ہوتا ہے۔ پھر عدسہ کا مقام ترتیب دیکر ٹھیک کر لیا جاتا ہے۔ تاکہ مجازی خیال آنکھ سے اقل فاصلہ رویت واضح ہو (جو عموماً ۲۵ سم تصور ہوتا ہے) تیار ہو۔

اب حقیقی خیال ہے جو دہانہ یا عدسہ شخص کے



شکل (۴۲)

خردیں کی تکبیری طاقت

طریقہ (۲)۔ ایک ملی میٹر پیمانہ کو مینر پر رکھو، اور ایک دوسرے ملی میٹر پیمانہ کو پہلے پیمانہ سے تقریباً ۲۰ منحنی میٹر اوپر، اور اس کے متوازی رکھو۔ ان کو اس طور پر ترتیب دو کہ جب اوپر کے پیمانہ کو ایک آنکھ سے عدسہ میں سے دیکھتے ہیں تو دوسری آنکھ سے نیچے کا پیمانہ بھی دکھائی دے۔ عدسہ کی وضع یہی ٹھیک کرو تا کہ دونوں پیمانے واضح اور باہم دیگر منطبق نظر آئیں، اوپر کا پیمانہ عدسہ میں سے اور نیچے کا خالی آنکھ سے۔ پھر گن کر دیکھو پہلے پیمانہ کے کتنے ملی میٹر درجے دوسرے پیمانہ کے دو یا تین ملی میٹر درجوں سے منطبق ہوتے ہیں۔ اگر اوپر کے پیمانہ کے (ت) درجے نیچے کے پیمانہ کے (ت<sub>۲</sub>) درجوں کے ساتھ منطبق ہوں، تو

$$\frac{ت_۲}{ت_۱} = \text{تکبیری طاقت (ک)}$$

ضل (۱) خرد ہیں

خرد ہیں کی ترکیب اور تکبیری طاقت

م مرکب خرد ہیں کے ضروری اجزاء چھوٹے ہلکی طول کے دو محذب عدسے ہیں۔

(۱) دہانہ یا عدسہ شخص

(۲) چشمہ یا عدسہ چشم

دہانہ اور شخص کے باہین جو فاصلہ ہے دہانہ کے

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{m_s} - \frac{1}{25}$$

$$\therefore \frac{1}{m} = \frac{1}{25} - \frac{1}{m_s}$$

$$\text{لیکن تبکیری طاقت (ک)} = \frac{1}{\frac{1}{m_s} - \frac{1}{25}} = \frac{25}{m_s} - 1 = \frac{25}{m}$$

لہذا، اگر (م) معلوم ہے تو تبکیری طاقت شمار ہو سکتی ہے۔ واضح ہے کہ (م) کی جبری قیمت درج ہونی چاہئے۔  
محدب عدسہ کے لئے اس کی قیمت منفی ہے۔

تجربہ ۵۴۔ ایک سادہ عدسہ کی تبکیری طاقت کی تعیین۔

طریقہ (۱) عدسہ کو دو اپنیوں کے بیچ میں رکھو اور  
اور ان کے فاصلوں کو ترتیب دیکر (تاکہ ایک اپن کا خیال  
دوسرے سے منطبق ہو) عدسہ کا ماسکی طول بذریعہ

$$\text{ضابطہ } \frac{1}{x} - \frac{1}{m_s} = \frac{1}{m} \text{ دریافت کرلو۔}$$

جیسا کہ قبل ازیں متعدد جگہ ہدایت ہوئی ہے، جو فاصلے

شخص سے آئیوالے نور کے مقابل سمت میں ناپے جاتے  
ہیں مثبت ہوتے ہیں۔ اس طرح ماسکی طول معلوم

کر لینے کے بعد تبکیری طاقت ..

$$\text{ک} = 1 - \frac{25}{m} \text{ سے دریافت ہو جاتی ہے۔}$$



طبیعی یا صحیح آنکھ کی رویت واضح کا اقل فاصلہ

عموماً ۲۵ سم تصور کیا جاتا ہے۔

جب ایک ہی عدسہ کو بطور سادہ خرد بین استعمال کرتے ہیں تو اس کو آنکھ سے متصل رکھ کر شخص کو ایسے مقام پر ترتیب دیتے ہیں کہ اس کا مجازی خیال آنکھ سے ۲۵ سم دور پیدا ہوتا ہے۔ مثلاً اگر شخص آ ب کا فاصلہ عدسہ سے اس کے ماسکی طول سے کم ہے تو اس کا مجازی خیال آ ب آنکھ سے ۲۵ سم دور بنتا چاہئے (ملاحظہ ہو شکل ۴۱)

عدسہ یا خرد بین کی تبکیری طاقت سے وہ نسبت مراد ہے جو مجازی خیال کے زاویہ نظر کو شخص کے زاویہ نظر سے ہوتی ہے جبکہ وہ آنکھ سے ۲۵ سم دور ہوتا ہے۔

دور بین کی تبکیری طاقت کا مفہوم اس سے جدا گانہ ہے۔ جب زاویہ نظر چھوٹے ہوتے ہیں انکی نیم قطری قیمتوں کے عوض ان کے تماس استعمال ہو سکتے ہیں۔ پس

$$\text{تبکیری طاقت ک} = \frac{\frac{\text{آ ب}}{۲۵}}{\frac{\text{آ ب}}{\text{ب}}}$$

عدسہ کی تبکیری طاقت اور اس کے ماسکی

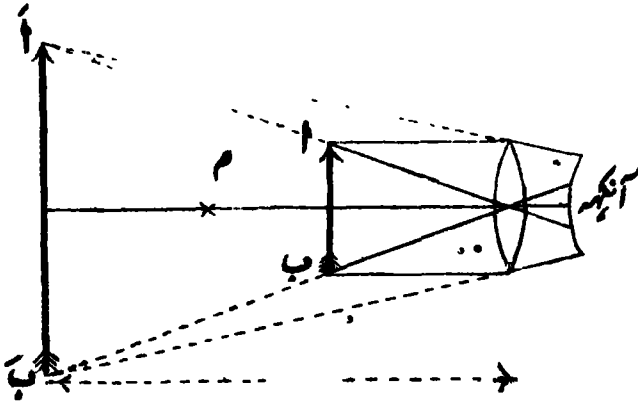
طول میں تعلق۔ فرض کرو عدسہ کا ماسکی طول (م) سنتی میٹر ہے۔ اور شخص آ ب کا فاصلہ عدسہ سے (ش) سم۔

# چھٹا باب

## منظری آلات

### فصل (۱) سادہ عدسہ کی تکبیری طاقت

کسی شے کا ظاہری قد اُس کے زاویہ نظر کے تابع ہے۔  
یعنی شے کے خطی سایہ اور آنکھ سے اُس کے فاصلہ کے  
تابع ہے۔ جس قدر وہ آنکھ سے قریب ہوتا ہے اس قدر  
اس کا ظاہری قد بڑھتا ہے۔ لیکن جب وہ ایک معین  
فاصلہ سے قریب تر ہوتا ہے تو رویت واضح نہیں رہتی



شکل ۴۱

عدسہ کی تکبیری طاقت

سب مثبت ہونگے۔ مثلاً اگر عدسہ کی دونوں سطحیں اس  
جانب محدب ہوں تو اس کا نصف قطر انحنائے منفی ہے،  
اس لئے کہ اس کا نصف قطر مخالف سمت میں ناپا  
جائیگا۔



تان دے جائیں اور دائرہ کو منور کر کے ان کا خیال ان سے منطبق کرایا جائے۔ چونکہ اس صورت میں شخص اور خیال دونوں عدسہ سے ایک ہی فاصلہ پر واقع ہوتے ہیں، اس لئے عدسہ سے پردہ تک کا فاصلہ (ف) کے مساوی ہے۔

اندھیرے کمرے میں اپن پر ایک چھوٹی سی جھنڈی لگا کر اس کو کافی روشن کر کے، تجربہ کیا جاسکتا ہے۔ اگر معمل کے کسی اور حصہ میں تجربہ کرنا ہو تو عدسہ کو پارے کی سطح پر تیرا کر منعکس شعاؤں کی حدت میں اضافہ کیا جاسکتا ہے۔

عدسہ کو پلٹا کر اس کی باقی ماندہ سطح کا نصف قطر (ص<sub>۱</sub>) بھی اسی طریقہ سے دریافت کر لیا جاسکتا ہے۔ م، ص<sub>۱</sub> اور ص<sub>۲</sub> معلوم ہو جانے کے بعد عدسہ کا انعطاف نما (م) ضابطہ ذیل کے ذریعہ شمار کر لیا جاسکتا ہے:

$$\frac{1}{m} = (1 - m) \left( \frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2} \right)$$

ان نینوں مقادروں م، ص<sub>۱</sub> اور ص<sub>۲</sub> کی صحیح علامتیں درج ہونی چاہئیں۔ (م) کی علامت کے متعلق کوئی وقت پیش نہیں آتی۔ سطحوں کے نصف قطر کی صحیح علامتیں درج کرنے کے لئے، فرض کرو عدسہ کی وضع تجربہ کیلئے

ترتیب دی گئی ہے۔ ایک جانب کو جانب وقوع تصور کر سکتے ہیں۔ اور اس جانب جو فاصلے ناپے جائینگے

(ع) کی پہلی سطح میں سے منعطف ہو کر دوسری سطح سے بعد انعکاس اسی راستہ واپس لوٹتی ہے جس سے وہ آئی تھی، اس کی سمت اس دوسری سطح پر عمودی ہونی چاہئے۔ پس شعاع منعطف جگہ کی سمت عدسہ کی دوسری سطح کے مرکز اختلا (ح) میں سے گزرنی چاہئے۔ عدسہ کے سیدھے جانب بھی کچھ نور چلا جاتا ہے، جیسا کہ نقطہ دار خطوط کے ذریعہ بتایا گیا ہے۔ بہر حال، نقطہ (ح) نقطہ (ن) کا خیال ہے جو عدسہ میں سے گزرنے والی شعاعوں کے ذریعہ پیدا ہوتا ہے۔  
 م (ن) کو (ف) سے تعبیر کیا جائے اور م ح کو (م) سے، تو مساوات

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{y} = \frac{1}{m} \quad \text{میں} \quad \text{ش} = \text{ف} \quad \text{اور} \quad \text{خ} = \text{م}$$

$$\text{پس} \quad \frac{1}{x} - \frac{1}{y} = \frac{1}{m} \quad \text{جہاں} \quad (م) \text{ سے مراد عدسہ کی طویل ہے}$$

$$\text{لہذا} \quad \text{م} = \frac{f \cdot m}{f + m}$$

یہ یاد رہے کہ اس ضابطہ میں (م) کی جبری قیمت درج ہوگی۔

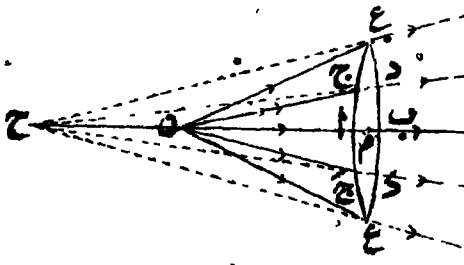
نقطہ (ن) کے مقام کی تعین تجربہ سے، اختلاف منظر کے طریقہ سے، ہو سکتی ہے، مثلاً ایک الہن کو بطور شخص کے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ لیکن چونکہ ان سے انعکاس سے پیدا ہونے والا خیال مدہم ہوتا ہے اس لئے مناظری تختہ کے ذریعہ تجربہ بہتر ہے۔ یعنی ایک سفید پردہ کے بیچ میں چھوٹا دائری سپوراج کر کے اسپر دو صلیبی تار

$$\frac{1}{m} - \frac{1}{m'} = \frac{1}{f}$$

اس ضابطہ میں ہر مقدار کی صحیح علامت درج ہونی چاہئے تاکہ نتیجہ صحیح برآمد ہو۔

تجربہ ۳۵۔ ایک محدب الطرفین عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر اسنخا کی تعیین۔ پہلے اس عدسہ کا ماسکی طول دریافت کر لیا جائے۔ مصرعہ بالا طریقوں میں سے کوئی ایک طریقہ استعمال کیا جاسکتا ہے۔ پھر شخص کے لئے ایسا محل (بعد آزمائش) دریافت کیا جائے کہ اس کی شعاعیں عدسہ میں منعطف ہو کر عدسہ کی دوسری (یعنی عقبی) سطح سے منعکس ہوں اور عدسہ سے کرر منعطف ہونے کے بعد جو خیال پیدا ہوگا شخص سے متعلق ہو جائے۔

شکل (۴) میں بتایا گیا ہے کہ اس خیال کی پیدائش کیونکر ہوتی ہے۔ نقطہ (ن) سے اگر کوئی شعاع عدسہ



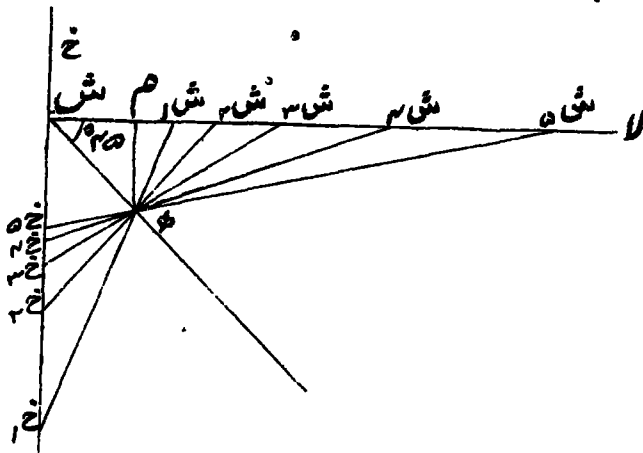
شکل ۳۵  
عدسہ کی دوسری سطح سے انعکاس

شخص سے پردہ کافی دور رکھو اور ان کے مابین عدسہ کو ایک ایسے مقام پر ترتیب دو کہ پردہ پر شخص کا حقیقی خیال اتر آئے۔ پھر شخص اور پردہ کو ان کی جگہوں پر قائم رکھ کر عدسہ کا دوسرا محل دریافت کرو جس سے مگر حقیقی خیال پیدا ہو۔ عدسہ کے پہلے اور دوسرے محلوں کا فاصلہ ناپ لو اور نیز شخص اور پردہ کا درمیانی فاصلہ۔ مصرعہ بالا مساوات کے ذریعہ (م) کی قیمت شمار کیجائے۔ بطور خاص بعد آزمائش ایک ایسی صورت دریافت کیجائے جس میں (م) کی قیمت صفر ہو۔ ظاہر ہے کہ ایسی حالت میں (ف) کی قیمت اقل ہوگی اور

$$م = - \frac{ف}{۲}$$

تجربہ ۲۵۔ مناظری تختہ۔ مقعر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین۔ چونکہ محض مقعر عدسہ سے حقیقی شخص کا حقیقی خیال بتا ممکن نہیں۔ مناظری تختہ کے ذریعہ متذکرہ بالا طریقوں پر کار بند ہونے کے لئے مقعر عدسہ کے ساتھ ایک مناسب ماسکی طول کا محدب عدسہ شریک کرنے کی ضرورت پیش آتی ہے۔ ان دونوں عدسوں کا مجموعہ بالا التزام محدب ہونا چاہئے۔ تجربہ (۵۱) کی طرح اس مجموعہ کا ماسکی طول (م) دریافت کر لیا جاسکتا ہے۔ پھر اس طریقہ سے اس محدب عدسہ کا ماسکی طول (م۱) بھی معلوم کر لیا جاسکتا ہے جو مقعر عدسہ کے ساتھ مجموعہ میں شریک کیا گیا۔ تب مقعر عدسہ کا ماسکی طول (م۲) ضابطہ ذیل کے ذریعہ شمار کر لیا جاسکتا ہے :

ہو سکتے ہیں۔ ایک محل ایسا ہوتا ہے کہ جب عدسہ وہاں رکھا جاتا ہے تو خیال شخص سے بڑا ہوتا ہے، اور جب عدسہ دوسرے محل پر رکھا جاتا ہے تو خیال شخص سے چھوٹا ہوتا ہے۔ پہلی صورت میں عدسہ سے شخص تک کا جو فاصلہ ہوتا ہے دوسری صورت میں عدسہ سے پردہ تک کے فاصلہ کے مساوی ہوتا ہے۔



شکل ۳۹

عدسہ کے مائکی طول کے لئے ترسیبی عمل

فرض کرو شخص اور پردہ کے درمیان فاصلہ (ف) ہے، اور عدسہ کے پہلے اور دوسرے محل کے مابین (۱)۔ تو

$$\text{ش} = \frac{\text{ف} - ۱}{۲} \quad \text{ن} = \frac{\text{ف} + ۱}{۲}$$

ان قیمتوں کو مساوات  $\frac{۱}{\text{ش}} = \frac{۱}{\text{ن}} = \frac{۱}{\text{م}}$  میں ن اور ش کے

موض بکھینے سے مائکی طول  $\text{م} = \frac{\text{ف} - ۱}{۲}$  نکل آتا ہے۔



ایک شکل بھی کہینچی جائے جس میں محدب عدسہ سے گزر کر حقیقی خیال پیدا کرنے والی شعاعوں کے راستوں کی صراحت کی جائے۔

ایک تریبیعی عمل - سرہارڈ گرب کے نام کے ساتھ ایک دلچسپ تریبیعی عمل عدسہ کے ماسکی طول کی تعین سے متعلق مشہور ہے۔ دو محور کہینچی جائیں جو باہم دیگر عمود ہوں۔ ایک محور پر (ش) کی قیمتیں ظاہر کی جائیں اور دوسرے پر انکی متعلقہ (خ) کی قیمتیں۔ چونکہ محدب عدسہ کے اس تجربہ میں (خ) کی قیمتیں منفی ہیں جس محور پر (خ) ناپا جائیگا نیچے کی طرف کہینچا جاتا ہے۔ محوروں پر (ش) اور (خ) کے ایک ہی مشاہدہ سے متعلق جو نقطے ہونگے ان کو خط مستقیم کہینچ کر اگر ملایا جائے تو تمام مشاہدوں کے خطوط (بشرطیکہ تجربہ اور تریبیعی عمل کافی صحت کے ساتھ ترتیب پائے ہوں) ایک ہی نقطہ پر متقاطع ہونگے۔ اس نقطہ کا فاصلہ دونوں محوروں سے ماسکی طول (م) کے مساوی ہوگا۔ شکل (۳۹) میں ایسی ایک مثال دی گئی ہے اس میں (ش) م اور م ہر دو عدسہ کے ماسکی طول (م) کے مساوی ہیں۔

طریقہ (۳)۔ جب محدب عدسہ کے ذریعہ کسی

شخص کا حقیقی خیال پردہ پر بنتا ہے تو پردہ اور شخص کو ان کی جگہوں پر قائم رکھ کر یعنی ان کا درمیانی فاصلہ مستقل رکھ کر (عدسہ کے لئے بالعموم دو محل دریافت

## طریقہ (۱)۔ فرض کرو

ش = عدسہ کا فاصلہ شخص سے  
 خ = خیال سے  
 م = ماسکی طول

صفحہ ۹۵ سے  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{3}$  -  $\frac{1}{4}$  یا خ - ش = م

پس اگر (ش) اور (خ) ناپ لئے جائیں تو ماسکی طول (م) شمار ہو جاتا ہے۔ چنانچہ سلاح کی ٹھیکن کو سرکا کر اس کے ذریعہ فاصلے (ش) اور (خ) ناپ لئے جائیں اور (م) اور (م) شمار کر لئے جائیں۔ لیکن یہ یاد رہے کہ حسابی عمل میں ش، اور خ، کی عددی قیمتوں کی صحیح علامتیں لی جائیں۔

یہی مشاہدات، کم از کم تین اور جداگانہ وضعوں کے ساتھ، دوہرائے جائیں۔ اور نتائج جدول کی شکل میں اس طرح لکھے جائیں:-

| ش | خ | ش | خ | م | م |
|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |

جدول سے (م) کی اوسط قیمت شمار کی جائے اور پھر ماسکی طاقت بصریوں (ڈائی آپٹروں) میں بتائی جائے۔

اجائیگا۔ اس موقع پر ص = خ، پس ص = مش یا  
م = م۔ نتائج جدول کی شکل میں لکھ لئے جائیں۔  
شکل کہینچ کر، شعاعوں کی ایک پنسل بتائی جائے  
جو مقعر آئینہ سے حقیقی خیال بناتی ہے۔

تجربہ ۵۱۔ مناظری تختہ۔ محدب عدسہ کے  
ماسکی طول کی تعیین۔ مناظری تختہ پر عدسہ کو اس کی  
تھینک میں جما کر منور جالی اور پردہ کے درمیان رکھو۔  
عدسہ کی بلندی کو ٹھیک کرو تا کہ اس کا محور شخص  
پینے جالی کے مرکز میں سے گزرے۔ اگر پردہ اور عدسہ  
کا مقام ٹھیک ترتیب دیا جائے تو پردہ پر جالی کا  
واضح خیال اتر آئیگا۔  
مقام کی ترتیب کے لئے دو باتیں ذہن میں  
رکھنی چاہئیں:-

(۱) عدسہ سے حقیقی خیال (نہ کہ مجازی) پیدا  
ہونے کے لئے، عدسہ سے شخص کا فاصلہ ماسکی  
طول سے بڑھ کر ہونا چاہیئے۔ اس لئے مجھ ضرور  
ہے کہ جالی سے عدسہ کی قدر دور دکھا جائے۔  
(۲) پردہ پر حقیقی خیال اسی صورت میں بن سکتا  
ہے جبکہ شخص اور پردہ کے مابین فاصلہ کم از کم  
ماسکی طول کا چوگنا ہوتا ہے۔ پس پردہ کو ابتداء  
عدسہ سے کافی دور رکھ کر بتدریج فاصلہ گھٹاتا  
جائے یہاں تک کہ بالآخر خیال صاف طور پر  
ماسک پر آجائے۔

پہر جالی اور پردہ کو ترتیب دو تاکہ جالی میں سے نور کی جو پنسل آتی ہے پردہ کے سوراخ میں سے گزر کر آئینہ سے ٹکرائے۔ اس کے لئے ضرور ہوگا کہ مبدأ نور (یعنی چراغ) جالی کا وسطی حصہ پردہ کے سوراخ کا مرکز اور آئینہ کا قطب سب ایک خط مستقیم پر واقع ہوں۔

آئینہ کا محل تبدیل کر کے آرنانے سے اس کے لئے ایک ایسا موقع دریافت ہوگا جہاں سے وہ پنسل کو منعکس کر کے پردہ پر سوراخ کے بازو ایک واضح خیال بنادینگا۔

جب خیال پردہ پر ٹھیک ماسکہ پر آئے پیمائش کی سلاح کے ذریعہ آئینہ سے شخص تک کا فاصلہ (ش) ناپو اور پھر آئینہ سے خیال کا فاصلہ (خ)۔ ان فاصلوں (ش) اور (خ) کی قیمتیں صحیح علامتوں کے ساتھ لکھ کر آئینہ کا نصف قطر (ص) اور ماسکی طول (م) ضابطہ ذیل کے ذریعہ شمار کرو۔

$$\frac{1}{م} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{ص}$$

پردے کو ٹاکر کم از کم تین اور مقام پر رکھو اور یہی مشاہدہ دوہراؤ۔

آخر میں پردہ کے سوراخ پر ایک باریک تار کو تان کر آئینہ کو ایسے مقام پر لیجاؤ کہ اس سے تار کا پردہ پر واضح خیال بن جائے۔ آئینہ کو انتصابی محور پر خفیف سا پھیرنے سے خیال سوراخ کے متصل

پردہ پر کسی 'شخص' کا حقیقی خیال پیدا کیا جاتا ہے۔  
 'شخص' بشکل تاروں کی جالی کے چھوٹے ٹکڑے  
 کے، یا ایک چھوٹے دائری سوراخ پر تانے ہوئے  
 میلہ تار کے، استعمال ہو سکتا ہے۔ اس کے پیچھے  
 نور کا کوئی تیز مبدا رکھا جاتا ہے تاکہ وہ کافی روشن ہو۔  
 برقی تار کا کوئی چھوٹا چراغ اگر ایک کم ماسکی طول کے  
 عدسہ کے پیچھے ٹیکن پر رکھا جائے تو زیادہ نوروں  
 ہوگا، اس لئے کہ اس سے مناظری تختہ کے محور سمت  
 میں نور کی ایک تقریباً متوازی پنسل ترتیب دی جا  
 سکتی ہے۔ مناظری تختہ کے تجربوں میں یہ نہایت ضروری ہے کہ  
 تمام مناظری اشیاء یعنی عدسے اور آئینے وغیرہ  
 ایک ہی محور پر واقع ہوں، جو تختہ کے محور  
 کے متوازی ہو۔

### فصل ۲۔ مناظری تختہ کے ساتھ تجربے۔

تجربہ (۵۰)۔ مناظری تختہ۔ مقرر آئینے کے ماسکی  
 طول اور اس کے نصف قطر اسخنا کی تعیین۔ مناظری  
 تختہ پر آئینہ کو اس کی ٹیکن میں جا کر اس طرح رکھو کہ  
 اس کا منہ جالی کی طرف ہو۔ جالی کو چراغ سلکھا کر  
 روشن کرو۔ اور ان کے اور آئینے کے درمیان ایک  
 پردہ رکھو جس کے پیچھے میں ایک چھوٹا سوراخ ہو۔

بعض صورتوں میں عرضی حرکت کے لئے بھی رعایت رکھی جاتی ہے۔ تختہ پر ایک درجہ دار پیمانہ نصب کیا جاتا ہے تاکہ اس کی کسی دو ٹیکنوں (مثلاً آئینہ اور اس سے پیدا ہونے والے خیال کے قبول کرنے والے بردہ کی ٹیکنوں) کا درمیانی فاصلہ ناپا جاسکے۔ اس فاصلہ کی پیمائش کے لئے ایک معلوم طول کی سلاخ ایک مناسب ٹیکن پر سماری جاتی ہے جو مثل اور ٹیکنوں کے مناظری تختہ پر حرکت کرتی ہے۔ سلاخ کی ٹیکن کو سرکار ایسی جگہ پر رکھتے ہیں کہ سلاخ کا ایک سر (۱) ایک چیز (شخص یا آئینہ وغیرہ) کو چھو لیتا ہے، تب ٹیکن کا مقام پڑھ لیا جاتا ہے۔ پھر اس کو ہٹا کر دوسری چیز کے پاس لے جاتے ہیں۔ جب سلاخ کا دوسرا سر (ب) اس چیز کو چھو لیتا ہے تو ٹیکن کا مقام مکرر دیکھ لیا جاتا ہے۔ ٹیکن کے ان دونوں مقاموں یا نشانوں کے تفاوت میں (یعنی ان کے درمیانی فاصلہ میں) سلاخ کا معلوم طول اضافہ کرنے سے مقررہ دو مناظری چیزوں کا درمیانی فاصلہ دریافت ہو جاتا ہے۔

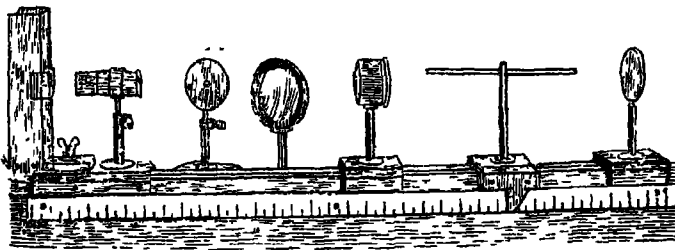
بعض صورتوں میں اس میں زیادہ آسانی ہوتی ہے کہ سلاخ کے ایک ہی سرے (۱) کا باری باری سے دونوں چیزوں سے تماس کرایا جائے سلاخ کی ٹیکن کے ان دو وضعوں کے نشانوں کا تفاوت دی ہوئی دو مناظری چیزوں کا درمیانی فاصلہ ہے۔ مناظری تختہ کے ذریعہ آئینوں اور عدسوں کے ساتھ جو تجربے کئے جاتے ہیں ان میں بالعموم سفید

# پانچواں باب

## مناظری تختہ

### فصل (۱) مناظری تختہ کی تعمیر

جب آئینوں، عدسوں یا کسی اور مناظری آلات سے متعلق صحت کے ساتھ کوئی پیمائش کرنا ہوتا ہے تو مناظری تختہ استعمال کرتے ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل (۳۸)۔ یہ ایک سیدھا لمبا، خراڈ کے پرت کی طرح قائد سے آراستہ، تختہ ہوتا ہے، جسپر کئی ٹیکنیں ہوتی ہیں تاکہ مناظری سامان وغیرہ کو ان سے سہارا ملے۔ ٹیکنوں کو سرکانے سے مناظری آلات کو تختہ کے طول ہی کی سمت میں حرکت ہوتی ہے۔ عرضی حرکت محدود کردی جاتی ہے۔



شکل ۳۸  
مناظری تختہ





ایچ میں تھوڑا سا دیا ہوا مائع رکھ دو۔ اس سے مائع کا ایک مستوی مقعر عدسہ تیار ہو جائیگا جسکی اوپر والی سطح کا نصف قطر انحنا (م) اور شیشہ کے عدسہ کی نیچے والی سطح کا نصف قطر دونوں ایک ہونگے۔ اگر اس مائعی عدسہ کا ماسکی طول م مانا جائے تو

$$\frac{1}{f} = (m - 1) \frac{1}{m}$$

جس میں (م) سے مراد مائع کا انعطاف بنا ہے۔ اب اپن کے ذریعہ سے شیشہ اور مائع کے مرکب عدسہ کا ماسکی طول دریافت کرلو۔ اگر اس کو  $\frac{1}{m}$  قرار دیا جائے تو

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{m} + \frac{1}{m} \text{ یا } \frac{1}{m} - \frac{1}{m} - \frac{1}{f}$$

اس ضابطہ سے م شمار کر لیا جاسکتا ہے۔ اس کو اس سے پیشتر کے ضابطہ میں استعمال کر کے م کی تعیین ہو سکتی ہے۔ نصف قطر انحنا (م) کرویت پیمائے کے ذریعہ ناپ لیا جاسکتا ہے۔

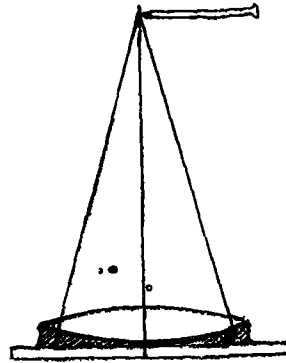
نصف قطر انحنا (م) معلوم کئے بغیر مصرعہ بالا طریقہ سے دو یا دو سے زائد بالغات کے انعطاف نماؤں کا مقابلہ کیا جاسکتا ہے۔ فرض کرو کسی دوسرے مائع کا انعطاف  $\frac{1}{m}$  ہے۔ جب اس کو پہلے مائع کے عوض استعمال کرتے ہیں تو

$$\frac{1}{f} = (m - 1) \frac{1}{m} \text{ اور } \frac{1}{f} - \frac{1}{m} = \frac{1}{m}$$

معلوم کر لئے جاسکتے ہیں۔ (ملاحظہ ہوں صفحات ۵۶ اور ۱۰۵)۔ بعض اوقات کرویت پیمائے کے ذریعہ انکی تعیین زیادہ آسان ہوتی ہے۔ بہر حال ضابطہ متذکرہ بالا میں م، ص، ا اور ص، م کی صحیح علامتیں درج کیجائی چاہئیں۔

اگر کوئی مائع کم مقدار میں مل سکتا ہے تو اس کو عدسہ کی شکل میں استعمال کر کے اس تجربہ سے اس کا انعطاف نما دریافت کیا جاسکتا ہے۔

تجربہ ۳۷۔ عدسہ اور مستوی آئینہ کے ذریعہ، ایک مائع کے انعطاف نما کی تعیین۔ ایک ایسا محدب عدسہ لو جس کا ماسکی طول ۱۰ اور ۱۵ سنٹی میٹر کے مابین ہو۔ اور اس کو ایک مستوی افقی آئینہ پر رکھ کر ایسے نقطہ کی تلاش کرو کہ جب اسپر ایک الپن کی ٹوک واقع ہو تو ٹوک اور اس کا حقیقی خیال دونوں باہم دیگر منطبق ہو جائیں۔ عدسہ کے وسطی نقطہ سے الپن کی ٹوک کا فاصلہ عدسہ کے ماسکی طول (م) کے مساوی ہوگا۔ (طریقہ ۲)



شکل ۳۷

عدسہ اور مستوی آئینہ کے ذریعہ مائع کا انعطاف نما

صفحہ ۸۹۔ اب عدسہ کی نیچے والی سطح اور آئینہ کے

جب زاویہ وقوع کافی چھوٹا ہوتا ہے تو  $\frac{m}{n} \sin \theta$  بغیر کسی غلطی کے اندیشہ کے  $\frac{1}{n}$  کے مساوی سمجھا جاسکتا ہے (بشرطیکہ مائع کا عمق قلیل ہو)

عدسہ کے مادے کے انعطافات کی تعیین

عدسہ کا ماسکی طول (م) اس کے مادے کے انعطاف نما (م) اور اس کی دونوں سطحوں کے نصف قطر انحنا ص ۱ اور ص ۲ کے بائع ہے۔ چنانچہ ضابطہ ذیل سے انکا ربط ظاہر ہے۔

$$\frac{1}{f} = (m - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

پس اگر تجربہ سے م، ص ۱ اور ص ۲ کی قیمتیں دریا کر لی جائیں تو م کی قیمت شمار کر لی جاسکتی ہے۔

تجربہ ۷۷ - عدسہ کے مادے کے انعطاف

نما کی تعیین۔ اب تک جو طریقہ بیان ہوئے ہیں ان میں سے کسی ایک کے ذریعہ سے عدسہ کا ماسکی طول دریافت کیا جاسکتا ہے۔ لیکن اگر عدسہ محراب ہو تو موجودہ تجربہ کے لئے اہلن والا طریقہ (۳) جس کی صراحت صفحہ (۱۰۰) پر ہوئی ہے استعمال ہو سکتا ہے۔

نصف قطر ص ۱ اور ص ۲، عدسہ کی سطحوں کو کروی آئینوں کے جزو تصور کر کے، کسی مناظری طریقہ سے



ایسے مقام پر رکھیں کہ یہ نشان صاف طور پر ماسک پر آجائے۔ ایسی صورت میں یہ نشان (م) پر واقع ہوگا اس کے بعد فاصلہ ج م مقعر عدسہ کے سابقہ مقام اور بعد کے مقام کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے۔

اس تجربہ کے موزوں عدسوں کا انتخاب آسانی سے ہو سکتا ہے۔ جب ان کو متصل رکھ کر دیکھینگے تو مجموعہ موسع ہوگا۔

### فصل (۳)۔ انعطاف نماؤں کی تعیین

تجربہ ۴۶۔ مقعر آئینہ کے ذریعہ کسی قلیل مقدار

مائع کے انعطاف نما کی تعیین۔ مناسب بلندی پر مقعر

آئینہ کا منہ اوپر کر کے افقی وضع میں رکھو تاکہ اوپر سے اس پر نگاہ ڈالی جاسکے۔ ایک الہن لے کر آئینہ کے اوپر اس کو ایسی جگہ پکڑو کہ اس کا خیال اس کے ساتھ منطبق ہو جائے۔ اس محل کی تعیین کا طریقہ صفحہ (۸۶) پر سمجھا دیا گیا ہے۔ یہ محل آئینہ کا مرکز ہے۔ قطب آئینہ سے اس کا فاصلہ ناپ لیا جائے۔

جس مائع کا انعطاف نما مقصود ہے اس کی قلیل مقدار آئینہ پر ڈال دی جائے تاکہ ۱.۵ سے ۲.۰ سینٹی میٹر قطر کی مائع کی ایک پتلی چلی آئینہ کے وسطی حصہ پر پھیل جائے۔ اس کے بعد الہن کو ہٹا کر مکرر اس کے لئے ایسا محل ڈھونڈا جائے جہاں وہ اپنے خیال کے ساتھ منطبق ہو، اور اس کے فاصلہ آئینہ کے قطب سے

عدسہ کا درمیانی فاصلہ آرم ٹاپ لیا جائے ، محدب  
عدسہ کا ماسکی طول بھی ہے ۔

تجربہ ۲۵ - مقعر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین ۔

اس تجربہ میں مقعر عدسہ کا ماسکی طول محدب عدسہ کے  
ماسکی طول سے کم ہونا چاہئے ۔ پچھلے تجربہ (۲۴) کی طرح  
محدب عدسہ (۱) کا اصلی ماسکہ (م) دریافت کر لیا جائے  
پھر مقعر عدسہ (ج) کے لئے (۱) اور (م) کے مابین ایسا  
مقام دریافت کیا جائے کہ دور بین کے دیکھنے سے  
دور کی چیزیں صاف اور واضح نظر آنے لگیں ۔ جب  
اس مقام کی تعیین ہو جائیگی تو ظاہر ہے (م) مقعر  
عدسہ کا بھی اصلی ماسکہ ہے ۔ کیونکہ دور کی چیز سے  
جو متوازی شعاعیں مقعر عدسہ (ج) میں داخل ہونگی  
اُس کے اصلی ماسکہ سے پھیلتی ہوئی خارج ہونگی اور  
اس کے بعد جب وہ محدب عدسہ میں داخل ہونگی تو  
تکلیفی ہوئی متوازی ہو جائیگی ۔ یہ جبہ ہی ممکن ہے  
کہ (م) مقعر اور محدب دونوں عدسوں کا اصلی ماسکہ  
ہو ۔ شکل (۳۵) میں شعاعوں کے راستے بتائے گئے  
ہیں ۔ ان سے اسس تجربہ کی ساری کیفیت معلوم  
ہو جائیگی ۔ فاصلہ ج م ٹاپ لیا جائے ۔ یہ مقعر عدسہ  
کا ماسکی طول ہے ۔

اس تجربہ میں نقطہ (م) کا محل دریافت کرنے  
کے لئے سوئی کی نوک استعمال کرنے کی ضرورت  
ہیں اس کے عوض مقعر عدسہ کی سطح پر کے کسی نشان  
یا نقطہ سے کام لیا جاسکتا ہے ۔ یعنی مقعر عدسہ کو

(دریچہ کے باہر کے) کسی دور کی چیز کے دیکھنے کے لئے ماسک پر لاؤ، اس طرح پر کہ صلیبی تاروں پر اس دور کی چیز کا جو خیال بنتا ہے اس میں اور خود صلیبی تاروں میں ذرا ہی اختلاف منظر نہ ہو۔ جب دور بین ایک مرتبہ اس طور پر ترتیب پانے دوران تجربہ اس کو ذرا ہی نہ چھیڑا جائے۔

دور بین کے محور کو متوازی رکھ کر اس کو مینر پر قائم کرو۔ جس محدب عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین مقصود ہے اس کو دور بین کے دہانہ کے سامنے کھڑا کرو، لیکن احتیاط رہے کہ عدسہ کا مرکز دور بین کے محور پر واقع ہو۔ پھر سوئی کو ٹھیک پر اسی بلندی پر رکھو جس پر عدسہ کا مرکز ہے، اور عدسہ کے سامنے حسب ضرورت ہٹا کر دیکھو کہ اس کا خیال دور بین کے میدان نظر میں صاف نظر آتا ہے۔

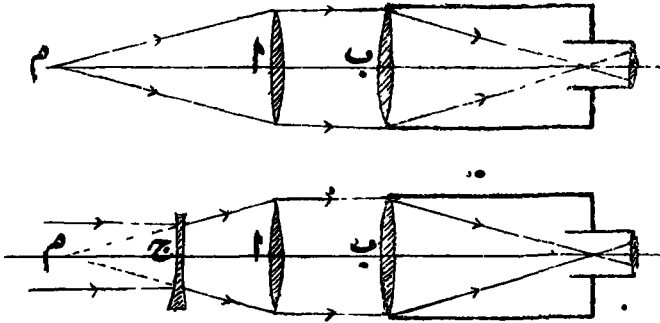
سوئی کی ٹوک کا واضح ترین خیال ٹھیک میدان نظر کے بیچ میں نظر آنا چاہئے اور اس خیال اور دور بین کے صلیبی تاروں میں اختلاف منظر نہ ہونا چاہئے۔ ایسی حالت میں سوئی کی ٹوک ٹھیک عدسہ کے اصلی ماسک پر واقع ہوگی۔ کیونکہ دور بین قبل از قبل متوازی شعاعوں کے لئے ماسک پر لائی گئی تھی اس لئے اب اس کے دہانہ پر جو پینل واقع ہے متوازی ہے، ورنہ سوئی کا خیال صاف نہ دکھائی دیتا۔ سوئی کی ٹوک اور

جب متوازی شعاعوں کی پنسل مقرر عدسہ میں سے گزرتی ہے تو متسع ہو جاتی ہے اور ایک نقطہ سے آتی ہوئی دکھائی دیتی ہے جو عدسہ کا اصلی ماسکہ ہے (شکل ۳۱)۔

جب عدسہ پتلا ہوتا ہے تو عدسہ اور اصلی ماسکہ کا درمیانی فاصلہ اس کا ماسکی طول کہلاتا ہے۔ ان تجربوں میں جن چیزوں کی ضرورت ہوگی لیکن میں پکڑی ہوئی تیز ٹوک کی ایک سونی ہے اور کثیر تکبیری طاقت کے چشمہ کی ایک دوربین ہے۔

تجربہ ۲۲۔ محدب عدسہ کے ماسکی طول

کی تعیین۔ دوربین کو ترتیب دو کہ متوازی شعاعوں کی پنسل ماسکہ پر آئے۔ اگر دوربین صلیبی تاروں سے مہیا ہے تو چشمہ کو ٹھیک کر کے ماسکہ پر لاؤ



شکل ۳۵

دوربین کے ذریعہ سے ماسکی طول کی تعیین  
حتیٰ کہ صلیبی تار صاف اور واضح نظر آئیں۔ پھر دوربین کو



خیال کو جو آئینہ کے انعکاس سے پیدا ہو دیکھتے ہیں۔  
 اور مکرر آئینہ کا مقام مینر پر تبدیل کیا جاتا ہے  
 حتیٰ کہ مینر کی گردش سے اس شے کے خیال میں  
 کوئی حرکت نہیں محسوس ہوتی۔ یہ بات جب  
 ہی عمل میں آئیگی کہ آئینہ کا مرکز اختراگر روشنی مینر کے  
 محور تحویل پر ہوگا۔ کیونکہ ایسی حالت میں آئینہ کی  
 گردش کا اثر صرف ہی ہوگا کہ اس کی کروی سطح  
 کے ایک حصہ کے بجائے اس کا ایک دوسرا حصہ  
 سامنے آجائے گا جس کی وجہ سے منعکس خیال کے مقام  
 میں تبدیلی نہوگی۔  
 آئینہ کے لئے مینر پر پہلے جو مقام دریافت ہوا  
 ہے ان دونوں کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے۔  
 پھر فاصلہ آئینہ کے نصف قطر اخترا کے مساوی ہوگا۔

### فصل ۲۔ عدسہ کا ماسکی طول

دوربین یا رینج فائنڈر کے طریقہ سے عدسہ کا امتحان

جو طریقہ اس وقت بیان کیا جاتا ہے اس سے عدسہ  
 کے ماسکی طول کی نہایت صحت کے ساتھ تعین ہوکتی  
 ہے۔ اس میں ایک خاص دلچسپ بات یہ ہے کہ  
 عدسہ خواہ محدب ہو یا مقعر اس کے اصلی ماسک کا  
 واقعی محل دریافت ہو جاتا ہے۔  
 واضح ہو کہ جب نور کی شعاعیں محدب عدسہ کے  
 اولی اصلی ماسک سے نکلتی ہیں تو عدسہ میں سے  
 گزر کر ایک متوازی پنسل بن جاتی ہیں (شکل ۳۱)۔

ان تمام تجربوں کے نتائج، گردیت پیماس کے ذریعہ سے آئینہ کے نصف قطر اختنا کی راست پیمائش کے مقابلہ کئے جاتے ہیں۔ لیکن پھر یاد رکھنا چاہئے کہ گردیت پیماس سے شیشہ کے آئینہ کی سامنے والی سطح کا نصف قطر اختنا ناپا جاتا ہے اور جو مناظری طریقے بیان ہوئے ہیں ان سے اس کی عقبی سطح کا ظاہری نصف قطر۔

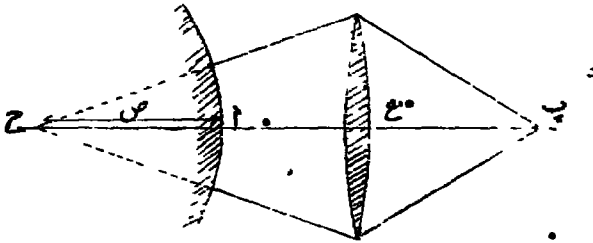
سطح کا اختنا ڈائی آپٹروں میں بھی شمار کر لیا جائے۔  
تجربہ ۳۳۔ مقعریا محدب آئینہ کا نصف قطر اختنا ٹرن میبل (گردشی مینر) کے ذریعہ۔ ایک انتہائی محور پر گھومنے والی ہموار مینر کے ذریعہ سے ایسے آئینوں کا نصف قطر اختنا باسانی دریافت ہو سکتا ہے۔ آئینہ کو مینر پر ایسی وضع میں رکھتے ہیں کہ اس کا محور مینر کے متوازی ہوتا ہے۔ اس کے قطب پر سیاہی کا ایک چھوٹا سا داغ یا ایک پوڈیم کا ذرہ لگا دیتے ہیں اور اس کو ایک کم طاقت کی دوربین میں سے دیکھتے ہیں۔ مینر پر آئینہ کا مقام بدلتے جاتے ہیں یہاں تک کہ اس کے لئے ایک ایسا مقام ہاتھ آتا ہے کہ مینر کی گردش سے داغ یا ذرہ حرکت کرتا ہوا نظر نہیں آتا۔ پس واضح ہے کہ ایسی حالت میں ذرہ اس محور پر واقع ہے جس کے گرد مینر گردش کرتی ہے۔ اب دوربین کو پھیر کر کسی دور کی شے کے

محب آئینہ کے سامنے کچھ فاصلہ پر ایک الپن کھڑا  
 کرو۔ اور دلپن اور آئینہ کے درمیان ایک محب عدسہ  
 اس طرح رکھو کہ اس کا اور آئینہ کا محور دونوں  
 ایک خط پر ہوں۔ عدسہ اور (بصورت ضرورت)  
 الپن کے وسط کو ٹھیک کرنے سے الپن کا ایک  
 حقیقی اور اٹھ خیال پیدا ہوگا جس کو خود الپن  
 کے ساتھ منطبق کر سکتے ہیں۔ اختلاف منظر کے  
 طریقہ سے انطباق کی آزمائش ہو سکتی ہے۔ عدسہ  
 اور آئینہ کا درمیانی فاصلہ  $E-A$  ناپ لیا جائے۔  
 اب آئینہ کو اس کی جگہ سے بالکل ہٹا لیا جائے لیکن  
 اس کی احتیاط رہے کہ عدسہ اور الپن کو ان کے  
 مقاموں سے ذرا بھی نہ ہٹایا جائے۔ پھر ایک دوسرے  
 الپن کو اور اس کو پہلے الپن کے خیال سے  
 منطبق کرو جو عدسہ سے پیدا ہوتا ہے۔ انطباق کی  
 آزمائش اختلاف منظر کے طریقہ سے کی جائے۔ پھر  
 عدسہ اور اس دوسرے الپن کا درمیانی فاصلہ  
 $E-H$  ناپ لیا جائے۔ چونکہ پھر الپن اب اسی جگہ  
 واقع ہے جہاں پہلے محب آئینہ کا مرکز انحنائے تھا  
 اس لئے

آئینہ کا نصف قطر انحناء (ص) =  $E-H$  -  $E-A$

نوٹ۔ اس تجربہ میں ایک مناسب ماسکی طول  
 کا عدسہ چاہئے۔  $E-H$  کا طول آئینہ کے نصف قطر  
 سے بڑا ہونا چاہئے۔ اور  $E-A$  عدسہ کے ماسکی  
 طول کے چار چند سے زائد۔

طریقہ (۳)۔ ایک محدب عدسہ استعمال کر کے۔ ایک الین اور محدب آئینہ کے درمیان مناسب مقام پر ایک محدب عدسہ رکھ کر یہ ممکن ہے کہ الین کا ایک حقیقی خیال پیدا کیا جائے جو الین کے ساتھ منطبق ہو۔ جب الین کی نوک اس کے خیال کے ساتھ منطبق ہوتی ہے تو واضح ہے کہ نور کی شعاعیں محدب آئینہ پر سے ٹھیک اسی راستے واپس ہوتی ہیں جہر سے وہ انعکاس سے پہلے آتی تھیں۔ اس کے لئے یہ ضروری ہوگا کہ عدسہ سے متعلقہ شعاعیں آئینہ پر عمودی واقع ہوں یعنی اس کے مرکز انحناء کی طرف جائیں (دیکھو شکل ۳۴)۔ پس اگر اس نقطہ کی تعیین ہو جائے جس پر عدسہ سے نکلنے کے بعد، شعاعیں (آئینہ کی عدم موجودگی میں) جمع ہو جاتی ہیں تو آئینہ کا مرکز اتنا معلوم ہو جاتا ہے۔



شکل (۳۴) محدب آئینہ اور عدسہ

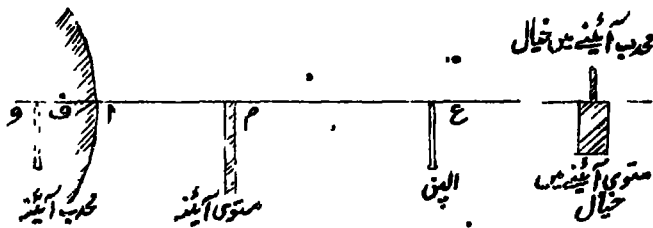
تجربہ ۴۴۔ محدب آئینہ کا نصف قطر اتنا (۳)۔

ان دونوں خیالوں میں اختلاف منظر نہو۔ یعنی انکھیں  
 جہاں کہیں ہو محذب آئینہ سے پیدا ہونے والا خیال  
 مستوی آئینہ سے بننے والے خیال کے ساتھ مسلسل  
 نظر آئے۔ محذب آئینہ والا خیال مستوی آئینہ کے  
 خیال کے ٹھیک بیچ میں ہونا چاہئے۔  
 جب ایسا ہوتا ہے، تو اپن (ع) کا جو خیال  
 (ف) مقام (ا) پر کے محذب آئینہ سے بنتا ہے  
 مستوی آئینہ (م) سے پیدا ہونے والے خیال سے  
 منطبق ہوتا ہے۔ اے، ام اور م ع فاصلے ناپ لو۔  
 پیمائش کی صحت کی تصدیق کے لئے دیکھو آیا  
 اے = ام + م ع = چونکہ (م) ایک مستوی آئینہ  
 ہے اس لئے م ع = م ف۔  
 پس اف کو معلوم کر لو جو م ف اور ام کا  
 تفاوت ہے یعنی م ع اور ام کا تفاوت ہے۔  
 اب (ش) یعنی آئینہ کے قطب سے شخص کے  
 فاصلے کی عددی قیمت، اور (خ) یعنی اسی نقطہ  
 سے خیال کے فاصلے کی عددی قیمت معلوم ہو گئی ہے  
 لہذا ضابطہ ذیل سے آئینہ کے نصف قطر (ص) یا  
 یا اس کے ماسکی طول (م) کی قیمتیں معلوم  
 ہو سکتی ہیں:

$$\frac{1}{خ} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{ص} = \frac{1}{م}$$

طالب علم کو چاہئے ان مقداروں کی صحیح علامتیں  
 لکھے۔ اپن اور مستوی آئینہ کے محل میں تبدیلی  
 کر کے ایسے کئی مشاہدے کئے جائیں۔

محدب آئینہ کے سامنے کچھ فاصلہ پر ایک الپن کڑا کر دو۔  
 الپن کے پیچھے صط کر آئینہ میں دیکھنے سے اُسکا جانی  
 (اور قدین چھوٹا) خیال نہایت آسانی سے نظر آئیگا۔  
 اب ایک مستوی آئینہ کا مستطیل ٹکڑا لیکر الپن  
 اور محدب آئینہ کے مابین اس طور پر کڑا کر دو کہ  
 اُس کا اوپر کا کنارہ اور محدب آئینہ کی سطح کا بیچ کا  
 مقام دونوں ایک افقی خط پر ہوں اور اُس کا مستوی  
 محدب آئینہ کے محور پر عمودی واقع ہو۔ اگر اب  
 الپن کے پیچھے سے، پیشتر کی طرح، محدب آئینہ پر  
 نگاہ ڈالی جائیگی تو اُس کا صرف اوپر والا نصف حصہ  
 نظر آئیگا، نیچے کا نصف حصہ مستوی آئینہ سے دھپا ہوا  
 ہوگا۔ لیکن الپن کے دو خیال دکھائی دینگے، ایک  
 محدب آئینہ کے انعکاس سے، دوسرا مستوی آئینہ  
 کے انعکاس سے۔ پھلا خیال دوسرے سے چھوٹا ہوگا،  
 جیسا کہ شکل (۳۳) کے سیدھے بازو بتایا گیا ہے۔  
 مستوی آئینے کو بتدریج ہٹا کر ایسے مقام پر رکھو کہ



شکل (۳۳)  
 محدب آئینہ کے ساتھ مستوی آئینہ کا استعمال

# چوتھا باب

آئینوں اور عدسوں سے متعلق مزید تجربے

فصل (۱) کردی آئینہ کے انحناء کا نصف قطر

(۱۰)

دوسرے باب میں کردی آئینہ کا نصف قطر انحناء دریافت کرنے کے چند آسان طریقے بتائے گئے تھے۔ جب حقیقی خیال کی پیدائش ہوتی ہے تو اس کا محل، طریقہ اختلاف منظر سے کافی صحت کے ساتھ معلوم ہو سکتا ہے۔ لیکن جب خیال مجازی ہوتا ہے نتائج چنداں صحیح نہیں ہوتے۔

محب آئینہ کا نصف قطر انحناء۔

طریقہ (۱) صفحہ ۹۰ پر بیان ہو چکا ہے۔

طریقہ ۲۔ ایک مستوی آئینہ کی مدد سے۔

جب ایک محب آئینہ کے سامنے کوئی شے رکھی جاتی ہے اس کا خیال بالالتزام مجازی اور آئینہ کے قطب اور اس کے اصلی ماسکہ کے مابین ہوتا ہے۔ ذیل میں جس طریقہ کی صراحت ہوئی ہے اپن والے طریقہ سے زیادہ مناسب ہے۔

تجربہ (۴۱)۔ محب آئینہ کا نصف قطر انحناء (۲)۔

ہم ۲، ۲ اُس کے دوسرے جزو ترکیبی سے ۔  
 تجربہ ۴۔ - مقعر عدسہ کے ماسکی طول کی  
 تعیین (۳)۔ دئے ہوئے مقعر عدسہ کے ساتھ اگر  
 کافی طاقت کا (یعنی اُس سے چوٹے ماسکی طول کا)  
 ایک محدب عدسہ ملایا جائے تو مجموعہ کا عمل محدب  
 عدسہ ہی کے مشابہ ہوتا ہے۔ پس محدب عدسہ کے  
 ماسکی طول کی تعیین کے جو طریقے بیان ہوئے ہیں ان  
 میں سے کسی ایک طریقہ سے اس مجموعے کا ماسکی طول  
 دریافت کیا جائے، پھر محدب عدسہ کا ماسکی طول  
 دریافت کر کے متذکرہ بالا ضابطہ کے ذریعہ مقعر عدسہ  
 کا ماسکی طول شمار کر لیا جائے۔  
 حسابی عمل میں مقادیر کی صحیح علامتیں لکھی جانی  
 چاہئیں۔ ہمارے قرار داد کے بموجب محدب عدسہ  
 یا عدسوں کے مدقق مجموعے کا ماسکی طول منفی  
 ہوتا ہے۔



اور طریقہ (۱) کی طرح ایک دوسرے اپن کے مقام کو ترتیب دیکر پہلے اپن کے خیال سے ٹھیک منطبق کرو۔ پھر عدسہ سے شخص اور خیال کے فاصلے ناپ لو۔ یہی عمل فاصلے تبدیل کر کے کئی بار دہرایا جائے۔ اور ضابطہ ذیل میں مقادیر کی صحیح علامتیں لکھ کر ماسکی طول شمار کرو:-

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{y} = \frac{1}{m}$$

نوٹ:- کردی ضلالت کی وجہ سے عدسہ میں سے جو خیال نظر آئیگا بگڑا ہوا ہوگا صحیح شکل کا نہوگا۔ اس لئے عدسہ کے سرے پر سے دیکھ کر خیال کا جو مقام دریافت کیا جائیگا محض تقریبی ہوگا۔

طریقہ (۳)۔ مقعر عدسہ کے ساتھ ایک مناسب محدب عدسہ شریک کر کے۔ جب دو پتلے عدسوں کو باہم دیکر متصل رکھ کر ان کا ایک مجموعہ بنایا جاتا ہے اس مجموعہ کی ماسکی طاقت اس کے اجزائے ترکیبی کی ماسکی طاقتوں کے جبری مجموعے کے مساوی ہوتی ہے۔ یعنی

$$m = m_1 + m_2$$

چونکہ ماسکی طاقت ماسکی طول کے عکس کی متناسب ہوتی ہے، اس لئے

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}$$

ان ضابطوں میں  $m$  اور  $m$  مجموعے سے متعلق ہیں،  $m_1$  مجموعے کے ایک جزو ترکیبی سے متعلق، اور

مقرر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین کے طریقہ  
 طریقہ (۱)۔ دور کی کسی چیز کو استعمال کر کے۔ جب  
 ایک بہت دور کی چیز کی شعاعیں مقرر عدسہ پر پڑتی ہیں  
 تو اُن میں الساع پیدا ہوتا ہے اور وہ عدسہ کے  
 اصلی ماسک سے نکلتی ہوئی نظر آتی ہیں۔

تجربہ (۳۸)۔ مقرر عدسہ کے ماسکی طول کی  
 تعیین (۱)۔ مقرر عدسہ سے کئی میٹر فاصلہ پر، ایک دریچہ  
 میں جو بخوبی روشن ہو، قرینق کی ایک ٹیکن کو کھڑا کرو۔  
 عدسہ کو انتہائی وضع میں سہارا دیکر قائم کرو۔ ٹیکن  
 کا ایک سیدھا مجازی خیال دکھائی دیگا۔ اور عدسہ  
 کے اُسی جانب واقع ہوگا جہاں ٹیکن ہے۔ جہاں یہ  
 خیال دکھائی دے وہاں ایک اپن اسٹادہ کرو۔ اختلاف  
 منظر کے طریقہ سے یہ مقام ٹیکن دریافت ہو سکتا ہے۔  
 جب ٹیکن کا خیال اور اپن ٹیکن منطبق ہو جائیں  
 عدسہ سے اپن کا فاصلہ اس کا ماسکی طول ہے۔

طریقہ (۲)۔ زوجی ماسکوں کی تعیین سے۔  
 مقرر عدسہ سے میں حقیقی شخص کا خیال مجازی ہوتا ہے اور  
 عدسہ کے اُسی جانب بتا ہے جہاں شخص واقع ہوتا ہے۔  
 تجربہ ۳۹۔ مقرر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین  
 (۲)۔ عدسہ سے تقریباً ایک میٹر پر ایک اپن کھڑا کرو

بجربہ ۳۔ - مجرب عدسہ کے ماسکی  
 طول کی یقین (۳) ب اگر پہلا اپن عدسہ سے کافی  
 دور ہو اور مشاہدہ کرنے والے کی آنکھ عدسہ کے  
 محور پر، عدسہ کے دوسرے جانب اس سے معتدبہ  
 فاصلہ پر واقع ہو تو اس تجربہ میں کوئی دقت پیش  
 نہیں آتی۔ پیشتر کی طرح شخص کی پہچان کے لئے  
 اس پر ایک جھنڈی لگا دی جائے۔ جب اپن نشان  
 (۱) کا الٹا خیال دکھائی دے ایک دوسرا اپن  
 (شکل ۳۲ کا اپن نشان ۲) لیکر، طریقہ اختلاف منظر  
 کی مدد سے اس خیال سے منطبق کرا دو۔  
 جس قدر صحت کے ساتھ ناپنا ممکن ہو عدسہ  
 سے شخص کا فاصلہ (ش) اور خیال کا فاصلہ  
 (خ) ناپو اور ضابطہ ذیل کے ذریعہ عدسے کا ماسکی  
 طول (م) شمار کرو:

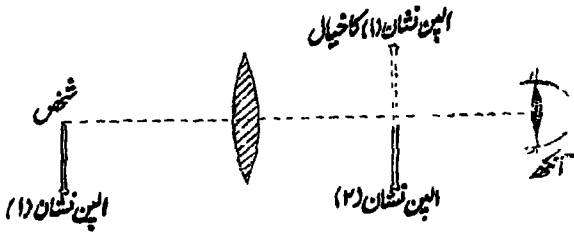
$$\frac{1}{x} - \frac{1}{s} = \frac{1}{m}$$

ضابطہ میں مقادیر کی قیمتیں لکھتے وقت ان کی  
 علامتوں کا بھی لحاظ رکھو، جیسا کہ صفحہ (۸۹) پر سمجھایا  
 گیا ہے۔  
 شخص کا مقام بدل بدل کر ایسے دو اور مشاہدے  
 کرو اور ان سے (م) کی جو جو قیمتیں شمار ہوں ان  
 سب کا اوسط نکالو۔ عدسہ کی ماسکی طاقت بھی  
 ڈائی آپٹروں میں شمار کرو۔

خیال حقیقی اور الٹا بنتا ہے۔ اگر الین نیچے اتارا جائے تو خیال غیر واضح ہوتا جاتا ہے آخر پر جب اور بھی زیادہ نیچے اتارا جاتا ہے تو خیال مجازی اور سیدھا بنتا ہے۔  
معدب عدسہ اور مستوی آئینہ کے مجموعے کا عمل مقعر آئینہ کے عمل کے مشابہ ہے۔

طریقہ (۳)۔ زوجی ماسکوں کے محل دریافت

کر کے۔ اس طریقہ میں عدسہ کے ایک جانب ایک الین کھڑا کرتے ہیں تاکہ عدسہ کے دوسرے جانب اس کا ایک حقیقی خیال پیدا ہو۔ پھر ایک دوسرے الین کو بتدریج بٹاکر ایسے مقام پر پہنچاتے ہیں کہ پہلے الین کے حقیقی خیال سے منطبق ہو جائے۔



شکل (۳۲)۔  
زوجی ماسکے

اس بات کے امکان کے لئے دو شرطوں کی تکمیل ضروری ہے۔ پہلا الین (یعنی شخص) عدسہ سے اس کے ماسکی طول سے زیادہ فاصلہ پر ہونا چاہئے۔ دونوں الینوں کا درمیانی فاصلہ عدسہ کے ماسکی طول کے چار چاند فاصلہ سے کم ہونا چاہئے۔

تجزیہ ۳۶ء - محدب عدسہ کے ماسکی  
 طول کی تعیین - (۲) ایک مستوی آئینہ کے تکرے  
 کا منہ اوپر کر کے میز پر رکھو اور اسپر عدسہ رکھو  
 جس کا ماسکی طول دریافت کرنا مقصود ہے۔ ایک  
 اپن کو ٹیکن کے سہارے ایسی وضع میں پکڑو کہ  
 اس کی نوک عدسہ کے منہ کے وسطی نقطہ کے اوپر  
 انتصاباً واقع ہو۔ اگر اپن پر کاغذ کی ایک چھوٹی جھنڈی  
 لگا دی جائے تو اس کے حقیقی اور الٹے خیال  
 کے پہچاننے میں آسانی ہوگی۔ شاید کرنے والے کو  
 چاہئے عدسہ سے جس قدر دور ممکن ہو ہٹ کر معائنہ

کرے۔ اب اپن کا مقام اس طرح ٹھیک کیا جائے کہ  
 اس کی نوک اور اس کے حقیقی خیال کی نوک دونوں  
 منطبق ہوں، یعنی دونوں میں اختلاف منظر نہ پایا جائے۔  
 طریقہ عمل بعینہ وہی ہے جو صفحہ (۸۶) پر مقرر آئینہ کے  
 نصف قطر اختا کی تعیین کے لئے سبھایا گیا تھا۔ یہ مقام  
 دریافت ہو جانے کے بعد اپن کا فاصلہ عدسہ کی اوپر کی  
 سطح سے ناپ لیا جائے اور نیز اس کی نیچے کی سطح  
 سے (یعنی آئینہ کی سطح سے)۔ ان فاصلوں کا اوسط عدسہ  
 کا ماسکی طول ہے۔

عدسہ اور آئینہ کے منہ بجائے افقی وضع میں رکھنے  
 کے انتصابی وضع میں رکھ کر بھی یہی تجربہ کیا جاسکتا ہے۔  
 نوٹ - اس تجربہ سے متعلق یہ بات رکھنی  
 چاہئے کہ جب اپن عدسہ سے کافی دور ہوتا ہے اس کا

طول کی تعین (۱)۔ ایسے عدسہ کے ماسکی طول کی تعین کا آسان طریقہ یہ ہے کہ اس عدسہ کے ذریعہ ایک پردے پر کسی دور کی چیز کا خیال بنایا جائے۔ اگر آفتاب کی روشنی راست طور پر مہیا نہیں ہو سکتی تو دور کے کسی چراغ یا روشن دان کی روشنی سے کام لیا جاسکتا ہے۔ عدسہ کو ٹھیک مقام پر ترتیب دو حتیٰ کہ پردے پر ایک ممتاز الحدود خیال نظر آئے۔ پھر عدسہ سے پردے تک کا فاصلہ ناپ لو۔ یہ فاصلہ عدسہ کا تقریبی ماسکی طول ہوگا۔ تجربہ میں اس بات کی اہمیت پیش نظر رہے کہ پردے پر جس چیز کا خیال بنتا ہے اس کا فاصلہ عدسہ سے عدسہ کے ماسکی طول کی نسبت بہت بڑا ہو۔

طریقہ (۲)۔ عدسہ کے ساتھ ایک

مستوی آئینہ استعمال کر کے۔ جب کسی محدب عدسہ کے اصلی ماسکہ پر ایک منور نقطہ واقع ہوتا ہے اس کی شعاعیں عدسہ میں سے نکل کر متوازی ہو جاتی ہیں۔ اگر ان متوازی شعاعوں پر ایک مستوی آئینہ عمودی وضع میں پکڑا جائے تو شعاعیں جس راہ سے آئی تھیں ٹھیک اسی راہ سے واپس لوٹادی جائیں گی اور پھر عدسہ میں سے گزر کر ٹھیک اسی نقطہ پر جمع ہو جائیں گی جہاں سے وہ ابتداءً نکلی تھیں۔ یعنی منور نقطہ کا خیال منور نقطہ پر منطبق ہو جائیگا۔

اس نتیجہ کے ذریعہ ایک محدب عدسہ (یا عدسوں کے کسی ہی مدقق نظام) کے ماسکی طول کی تعین ہو سکتی ہے۔

۲۰ یا ۳۰ سنتی میٹر ماسکی طول کا ایک محدب عدسہ لو اور دیکھو اس سے کیسے خیال بنتے ہیں۔ جب عدسہ آنکھ کے قریب ہوگا خیال سیدھا اور شے سے بڑا نظر آئیگا۔ اگر شے دور واقع ہو تو خیال مدہم ہوگا، لیکن کم فاصلہ پر ہو تو واضح اور مجازی ہوگا۔ دور کی شے کو دیکھتے وقت اگر عدسہ آنکھ سے دور مٹھایا جائے تو خیال کی وضاحت اور زیادہ کم ہوتی جائیگی حتیٰ کہ جب عدسہ ایک خاص فاصلہ پر پہنچے گا تو خیال اس قدر مدہم ہو جائیگا کہ اس سے شے کی شکل و شباہت وغیرہ کچھ بھی نہ معلوم ہوگی۔ اس کے بعد جب عدسہ آنکھ سے اور زیادہ دور پر رکھا جائیگا ایک الٹا خیال دکھائی دیگا۔ یہ خیال حقیقی ہوگا اور عدسہ اور آنکھ کے مابین کسی ایک جگہ واقع ہوگا۔ اسی طرح ایک مقعر عدسہ کے ساتھ تجربہ کیا جائے جو کوئی شے دیکھی جائیگی اس کا خیال سیدھا اور چھوٹا نظر آئیگا اور مجازی ہوگا۔

### محدب عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین کے طریقے

طریقہ (۱)۔ کسی دور کی شے کا خیال دریافت کر کے۔ جب کسی دور کے مبداء نور کی شعاعیں محدب عدسہ میں سے گزرتی ہیں تو مستدق ہو کر عدسہ کے اصلی ماسکے پر جمع ہوتی ہیں۔ عدسہ سے اس نقطہ کا فاصلہ عدسہ کا ماسکی طول ہے۔

پختہ ۳۵۔ محدب عدسہ کے ماسکی

ماسکی طاقت ایک ڈائی آپٹکس اُس صورت میں سمجھی جاتی ہے جبکہ اُس کا ماسکی طول ایک میٹر ہوتا ہے۔  
نوٹ۔ واضح ہو کہ عینک ساز اور عینک فروش  
محدب عدسہ کی ماسکی طاقت کو مثبت کہتے ہیں اور مقعر  
عدسہ کی طاقت کو منفی۔ اور یہ قرار داد ہماری علمی  
قرار داد کی عین ضد ہے۔

### فصل (۲) عدسوں کے ساتھ آسان تجربے۔

پہلا تجربہ۔ عدسہ کی خاصیت یا نوعیت کی

پہچان۔ ایک آسان لیکن ساتھ ہی نہایت باریک آتھان  
محدب اور مقعر عدسوں کے امتیاز سے متعلق یہ ہے کہ  
عدسہ کو ٹھیک آنکھ کے سامنے پکڑ کر اُس میں سے  
ایک دور کی شے دیکھی جائے، آنکھ کو ساکن رکھ کر عدسہ  
کو پھلے ایک بازو حرکت دیا جائے اور پھر دوسرے بازو۔  
اگر ایسی حالت میں وہ شے اُس سمت میں حرکت کرتی  
ہوئی نظر آئے جو عدسہ کی حرکت کی سمت کے مخالف  
ہے تو عدسہ محدب ہوگا۔ اور اگر اُسی سمت میں  
حرکت کرتی ہوئی نظر آئے تو عدسہ مقعر ہوگا۔

پتلے عدسوں کے لئے یہ امتحان بہت با اثر ہے۔  
اس طریقہ پر چند پتلے عدسوں کی آزمائش کرو۔ انکی  
نوعیت معلوم ہونے کے بعد ایک محدب عدسہ کو دوسرے  
مقعر عدسہ کے ساتھ ملا کر اس طریقہ پر امتحان کر کے  
دیکھو کیا مجموعہ مدق ہوتا ہے یا موسع۔



مثبت ہوتا ہے۔  
 اگر عدسہ کا ماسکی طول (م) ، شخص کا فاصلہ عدسہ سے  
 (ش) اور خیال کا فاصلہ (خ) ہو تو ان کا باہمی تعلق  
 ضابطہ ذیل میں منضبط ہے :

$$\frac{1}{م} = \frac{1}{ش} - \frac{1}{خ}$$

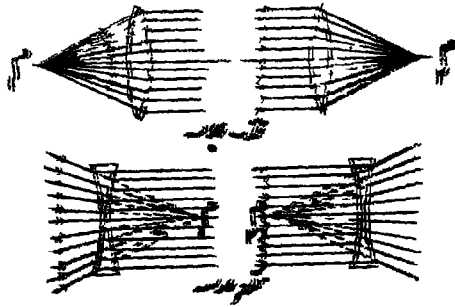
اگر بطور اختصار  $\frac{1}{م} = ش$  ،  $\frac{1}{خ} = ش$  اور  $\frac{1}{م} = ش$   
 م لکھا جائے تو مصرعہ بالا ضابطہ اس شکل میں بدل جاتا ہے :

$$ش - ش = م$$

اس مساوات میں (ش) عدسہ سے ٹکراتے وقت  
 ناصیہ موج کا انحناء ہے اور (خ) عدسہ سے نکلتے وقت  
 ناصیہ موج کا انحناء۔  
 (م) جو عدسہ کے ماسکی طول کا متکافی ہے عدسہ  
 کی ماسکی طاقت کہلاتی ہے۔

نور کے موجی نظریہ کے لحاظ سے اس ضابطہ  
 کا مفہوم یہ ہے کہ عدسہ کی وجہ سے ناصیہ موج کے  
 انحنائیں جو تبدیلی پیدا ہوتی ہیں عدسہ کی ماسکی طاقت  
 کے مساوی ہیں۔ یہ انحناء اور نیز عدسہ کی ماسکی  
 طاقت ڈائی آپٹروں میں ناپے جاتے ہیں ، جس کا  
 صفحہ (۸۳) پر ذکر ہوا ہے۔ علمی اصطلاح میں عدسہ کی

جو تادیہ بنائے اس کو عدسہ کا سپرہ کہہ سکتے ہیں ۔  
عدسہ کا سپرہ عموماً چھوٹا ہوتا ہے ۔



### شکل ۳۱

#### محدب اور مقعر عدسے

ایکٹوں کی طرح ، عدسوں کے متعلق بھی محور کے  
متوازی جو فاصلے ناپے جاتے ہیں انکی علامتوں کی  
یہ نسبت ایک قرار داد لازم ہے ۔ عموماً یہ طریقہ مروج  
ہے ۔

- (۱) تمام فاصلے عدسہ کے مرکز سے ناپے جاتے ہیں ۔
- (۲) جو فاصلے عدسہ سے مبداء نور کی سمت میں  
ناپے جاتے ہیں مثبت تصور ہوں ، اور جو اس کے  
مخالف سمت میں ناپے جاتے ہیں منفی تصور ہوں ۔
- عدسہ کے ماسکی طول سے بھی مجموع عدسہ سے اس کے  
متوازی اصلی ماسک کا فاصلہ مراد ہے ۔ مگر یہ بالا قرار داد  
کی بموجب محدب عدسہ کا ماسکی طول منفی اور مقعر کا

ہر عدسہ کے دو اصلی ماسکے اور دو ماسکی طول ہوتے ہیں۔ پتلے عدسوں کے دونوں بازو جب ایک ہی واسطہ ہوتا ہے تو ان کے دونوں ماسکی طول مساوی ہوتے ہیں۔ یہاں ماسکی طول سے مراد عدسہ سے ایک اصلی ماسکہ کا فاصلہ ہے۔

اولی اصلی ماسکہ (نقطہ کی شکل کے) شخص کا وہ محل ہے جس کے لئے خیال کا محل لاتنا ہی پر ہوتا ہے۔ یعنی جب شخص اولی اصلی ماسکہ پر ہوتا ہے تو شعاعیں عدسہ سے متوازی بنکر خارج ہوتی ہیں اور خیال لاتنا ہی پر واقع ہوتا ہے۔

ثانوی اصلی ماسکہ خیال کا محل ہے جب کہ شخص لاتنا ہی پر ہوتا ہے یعنی جب واقع شعاعیں متوازی ہوتی ہیں تو عدسہ سے خارج ہو کر ثانوی اصلی ماسکہ پر جمع ہوتی ہیں۔ جہاں محور عدسہ سے ملتا ہے وہاں ایک مستوی

محور پر عمودی کہینچا جائے تو عدسہ کا اصلی مستوی کہلاتا ہے۔ ماسکی نقطوں میں سے جو مستوی محور پر عمودی کہینچے جاتے ہیں ماسکی مستویاں کہلاتے ہیں۔ پتلے عدسہ کا مناظری مرکز وہ نقطہ ہے جہاں محور عدسہ سے ملتا ہے۔ عدسہ کے دائری کنارے کا قطر ایک اصلی ماسکہ پر

# تیسرا باب

عدسے

## فصل (۱) تمحیدی نظریہ

ابتدائی کتابوں میں عدسہ سے مراد انعطاف نور کا ، دو سطحوں سے محدود واسطہ ہے ، جن میں سے ہر ایک سطح ایک ایک کمرے کا جزو ہے ۔ معینا یہ عدسے پتلے تصور ہوتے ہیں یعنی انکی سطحوں کا درمیانی فاصلہ بمقابلہ ہر ایک سطح کے نصف قطر انحناء کے چھوٹا ہوتا ہے ۔ چونکہ عدسہ کی دو سطحیں ہوتی ہیں اس لئے اس کے دو مرکز انحناء اور دو نصف قطر انحناء ہوتے ہیں ۔

اگر ایک سطح مستوی واقع ہو تو اس کا نصف قطر انحناء نامتناہی بڑا ہوگا ۔ دونوں مرکز انحناء کو ملانے والا خط عدسہ کا محور کہلاتا ہے ۔ عدسوں کی دو قسمیں شبیجی جاسکتی ہیں ، ایک مدقق دوسری موسع ۔

مدقق عدسہ یا جیناکہ عام طور پر کہا جاتا ہے محدب عدسہ بیچ میں کناروں کی بہ نسبت موٹا ہوتا ہے ۔ موسع یا مقعر عدسہ بہ نسبت کناروں کے بیچ میں پتلا ہوتا ہے ۔

ہر عدسہ کے دو اصلی ماسکے اور دو ماسکی طول ہوتے ہیں۔ پتلے عدسوں کے دونوں بازو جب ایک ہی واسطہ ہوتا ہے تو ان کے دونوں ماسکی طول مساوی ہوتے ہیں۔ یہاں ماسکی طول سے مراد عدسہ سے ایک اصلی ماسکہ کا فاصلہ ہے۔

اولیٰ اصلی ماسکہ (نقطہ کی شکل کے) شخص کا وہ محل ہے جس کے لئے خیال کا محل لا تنہا ہی پر ہوتا ہے۔ یعنی جب شخص اولیٰ اصلی ماسکہ پر ہوتا ہے تو شعاعیں عدسہ سے متوازی بنکر خارج ہوتی ہیں اور خیال لا تنہا ہی پر واقع ہوتا ہے۔

ثانوی اصلی ماسکہ خیال کا محل ہے جب کہ شخص لا تنہا ہی پر ہوتا ہے یعنی جب واقع شعاعیں متوازی ہوتی ہیں تو عدسہ سے خارج ہو کر ثانوی اصلی ماسکہ پر جمع ہوتی ہیں۔ جہاں محور عدسہ سے ملتا ہے وہاں ایک مستوی

محور پر عمودی کھینچا جائے تو عدسہ کا اصلی مستوی کہلاتا ہے۔ ماسکی نقطوں میں سے جو مستوی محور پر عمودی کھینچے جاتے ہیں ماسکی مستویاں کہلاتے ہیں۔ پتلے عدسہ کا مناظری مرکز وہ نقطہ ہے جہاں محور عدسہ سے ملتا ہے۔ دائرۃ کُنارے کا قطر ایک اصلی ماسکہ پر

## تیسرا باب

### عدسے

#### فصل (۱) تمحیدی نظریہ

ابتدائی کتابوں میں عدسہ سے مراد انعطاف نور کا ، دو سطحوں سے محدود واسطہ ہے ، جن میں سے ہر ایک سطح ایک ایک کمرے کا جزو ہے ۔ معینہ یہ عدسے پتیلے تصور ہوتے ہیں یعنی انکی سطحوں کا درمیانی فاصلہ بمقابلہ ہر ایک سطح کے نصف قطر انحناء کے چھوٹا ہوتا ہے ۔ چونکہ عدسہ کی دو سطحیں ہوتی ہیں اس لئے اس کے دو مرکز انحناء اور دو نصف قطر انحناء ہوتے ہیں ۔

اگر ایک سطح مستوی واقع ہو تو اس کا نصف قطر انحناء نامتناہی بڑا ہوگا ۔ دونوں مرکز انحناء کو ملانے والا خط عدسہ کا محور کہلاتا ہے ۔ عدسوں کی دو قسمیں بھیجی جاسکتی ہیں ، ایک مدقق دوسری موسع ۔

مدقق عدسہ یا جیناکہ عام طور پر کہا جاتا ہے محدب عدسہ بیچ میں کناروں کی بہ نسبت موٹا ہوتا ہے ۔ موسع یا مقعر عدسہ بہ نسبت کناروں کے بیچ میں پتلا ہوتا ہے ۔

آئینہ کے ماسکی طول کی قیمت شمار کرو۔  
مجدب آئینہ کا ماسکی طول دریافت کرنے کیلئے چوتھے  
باب میں چند اور طریقے بتائے گئے ہیں۔

مجموعہ ۳۳۔ مجازی خیال کے ذریعہ مقعر  
آئینہ کے ماسکی طول کی تعیین۔ ایک اپن مقعر  
آئینہ کے سامنے قطب آئینہ اور اصلی ماسک کے مابین  
کسی مقام پر کھڑا کر کے مجازی خیال کا محل، مصرعہ بالا  
طریقہ سے، دریافت کرو۔ اگر آئینہ کا سہوہ بڑا نہ ہو تو دوسرے  
اپن کا مقام آئینہ کے سرے پر سے دیکھ کر ٹھیک کیا  
جاسکتا ہے، ورنہ آئینہ کے وسطی مقام پر سے فلزی آئینہ  
چھیل کر اُس کے اندر سے دیکھ سکتے ہیں۔

شعاعیں، باہم دیگر متقاطع ہوتی ہیں۔ اسی لئے مجازی خیال پردہ پر آئینیں سکتا۔

تجربہ ۳۲۔ ایک محدب آئینہ کے ماسکی طول کی تعیین، اپن کے طریقہ سے۔

طریقہ (۱)۔ محدب آئینہ کے سامنے ایک اپن کھڑا کرو۔

خیال ہمیشہ آئینہ کے عقب میں واقع ہوگا۔ اس کا محل معلوم کرنے کے لئے آئینہ کے پیچھے ایک لمبا اپن، بعد آزمائش، ایسی جگہ کھڑا کرو کہ اس کا سر جب آئینہ کے سر سے دیکھا جائے، پہلے اپن کے مجازی خیال کے ساتھ اختلاف منظر نہ ہو۔ اگر آئینہ کا سہوہ بڑا ہو تو، کردی ضلالت کی وجہ سے صحیح محل کی تعیین مشکل ہوتی ہے۔ بعض اوقات آئینہ کے وسطی مقام کے گرد ایک چھوٹے رقبہ پر سے، جو چاندی چڑھی ہوتی ہے، چھیل دی جاتی ہے۔ اور آئینہ کے پیچھے کے اپن کو اس شفاف حصہ میں سے دیکھ کر خیال سے منطبق کرتے ہیں۔ سامنے والے اپن کو پہلے مقام سے ہٹا کر کئی اور مناسب موقعوں پر رکھو اور انعکاس فور سے پیدا ہونے والے مجازی خیال کے محل دریافت کرو۔ جوں جوں شخص، آئینہ سے قریب ہوتا جائیگا خیال بھی ساتھ ساتھ آئینہ کے نزدیک پہنچتا جائیگا۔ ہر موقع کے لئے (ش) اور (خ) فاصلے ناپ لو۔ ہر ہر موقع کے شخص اور خیال کے فاصلوں یعنی (ش) اور (خ) کے ذریعہ، انکی صحیح علامتوں کا لحاظ کر کے،



فاصلہ اصلی ماسکہ سے گھٹاتے جاؤ۔ دیکھو جوں جوں شخص آئینہ سے قریب ہوتا جائیگا خیال دور ہٹتا جائیگا۔  
مقعہ آئینہ کا ماسکی طول ذیل کے ضابطہ سے شمار کیا جائے:

$$\frac{1}{م} = \frac{1}{ص} + \frac{1}{ش}$$

مناطری ضابطوں میں مقادیر کی علامتیں -

آئینوں یا عدسوں کے کسی ضابطہ سے جب کبھی کام لیا جائے طالب علم کو چاہئے اس کی علامتوں میں تفرق تبدیل نہ کرے۔ جو مقادیر (ش)، (خ)، (ص) وغیرہ ضابطہ میں داخل ہوں انکی قیمتیں صفحہ (۸۲) کے قرار داد کے بموجب صحیح علامتوں (+ یا -) کے ساتھ ضابطہ میں بالترتیب لکھی جائیں اور پھر حسابی عمل کیا جائے۔ اگر اس ہدایت کے بموجب عمل نہ ہو تو سہو سے بچنا مشکل ہے، علی الخصوص عدسوں سے متعلق بعض پیچیدہ جملے جب استعمال ہوتے ہیں۔

فصل (۳) کردی آئینہ میں مجازی خیال کی پیدائش۔

جب محدب آئینہ کے سامنے، یا مقعر آئینہ کے قطب اور اصلی ماسکہ کے مابین، کوئی حقیقی شخص رکھا جاتا ہے تو خیال مجازی پیدا ہوتا ہے۔ انعکاس کے بعد ایسی صورتوں میں صرف شعاعوں کی سمتیں، نہ کہ خود

بجانبہ ۳۔ ایک مقعر آئینہ کے زوجی ماسکوں کی نقیین اور اس کے ماسکی طویل کا شمار۔  
تخریب (۳) کے طریقہ سے آئینہ کے انحناء کا نصف قطر دریافت کرو۔ اصلی ماسکہ آئینہ کے قطب اور مرکز انحناء کے بیچ میں ہوگا۔ الپن کو مرکز انحناء اور اصلی ماسکہ کے مابین، مگر ابتداءً مرکز انحناء سے فریب، ایسی وضع میں رکھو کہ اس کی ٹوک آئینہ کے اصلی محور ہی پر واقع ہو۔ ایک حقیقی، الٹا، اور شخص سے بڑا خیال پیدا ہوگا جو آئینہ سے مرکز انحناء کے فاصلہ سے زیادہ دور ہوگا۔ خیال کے محل کی نقیین کے لئے آنکھ کو محور ہی پر رکھ کر آئینہ سے کافی دور ہٹ جاؤ۔ الپن کا ایک سکوس خیال دکھائی دیگا۔ الپن یر کاغذ کی ایک چھوٹی جھنڈی لگا دی جاسکتی ہے، اس سے خیال کے پھانسنے میں آسانی ہوگی۔

اب ایک دوسرے الپن کی ٹوک کو آئینہ کے محور پر رکھ کر اس کے لئے طریقہ اختلاف منظر سے ایک ایسا مقام دریافت کرو کہ پھلے الپن کے ساتھ اس کا تسلسل نظر آئے۔ دوسرے الپن کا جب صحیح محل دریافت ہو جائے، جس قدر فصحت کے ساتھ ناہنا ممکن ہو، آئینہ کے قطب سے پھلے الپن کا فاصلہ (ش) ناپو اور پھر دوسرے الپن کا فاصلہ (خ)۔  
شخص کے محل تین چار مرتبہ بدل بدل کر اسی تجربہ کو دوہراؤ، تجربہ میں، بدھت پھلے کے، شخص کا

ایسی جگہ رکھنا چاہئے کہ محور کی سمت میں نگاہ کو جمائے  
رکھ کر اس کی نوک دیکھی جائے تو اس کے خیال کی  
نوک کے ساتھ منطبق نظر آئے۔ صحیح انطباق کے امتحان  
کے لئے طریقہ اختلاف منظر سے رد لیجائے جو کتاب  
کے صفحہ (۱۴) پر سمجھایا گیا ہے۔

جب اختلاف منظر باقی نہ رہے تو اپن کی نوک آئینہ  
کے مرکز انخنا پر واقع ہوگی۔ آئینہ کے قطب سے اپن کی  
نوک کا فاصلہ ناپ لیا جائے۔ انخنا کا نصف قطر یہی ہے۔  
کردی سطح کا نصف قطر انخنا ڈائی آپٹروں (بھرتوں) میں  
شمار کیا جائے۔

نتیجہ کی صحت معلوم کرنے کے لئے کرویت پیمائے کے ذریعہ  
نصف قطر انخنا راست طور پر ناپ لیا جاسکتا ہے۔ لیکن  
یہ یاد رکھنا چاہئے کہ کرویت پیمائے کے ذریعہ آئینہ کے  
سامنے کی سطح کا انخنا ناپا جائیگا۔ مناظری طریقہ پر جس  
انخنا کی پیمائش ہوئی ہے آئینہ کی عقبی سطح سے متعلق  
ہے۔ بہتر آئینے جو مقعر کہلاتے ہیں دراصل مستوی  
عدسے ہیں جن کی پشت پر مستوی آئینہ کا سہارا ہوتا ہے  
یا جنکی عقبی سطح مقعوض ہوتی ہے۔

زوجی ماسکے۔ جب شخص کا محل مقعر آئینہ کے

اصلی ماسکے اور مرکز انخنا کے مابین کہیں بھی ہوتا ہے خیال  
حقیقی اور الٹا بنتا ہے اور اس کا فاصلہ آئینہ سے  
نصف قطر انخنا سے بڑا ہوتا ہے۔ ایسا خیال پردہ پر آسکتا  
ہے اس لئے کہ جن شعاعوں سے اس کی پیدائش ہوتی  
ہے فی الحقیقت باہم دیگر متقاطع ہوتی ہیں۔

انکھیں اور اس کا خیال دونوں آئینہ کے محور پر واقع ہونگے۔

اب ایک اپن لے کر اس کی نوک آئینہ کے محور پر رکھی جائے۔ نوک محور پر جب ہی واقع ہوگی کہ انکھ کا خیال اور اپن کی نوک دونوں ایک سیٹ میں نظر آئینگے۔ اپن کی وضع جب ٹھیک طور پر ترتیب پائیگی اس کا خیال آئینہ میں الٹا نظر آئیگا (بشرطیکہ اپن آئینے سے بہت قریب نہو) تمام مناظری تجربوں میں جن میں اپنوں اور ان کے خیالوں کے ذریعہ مشاہدات عمل میں آتے ہیں، پوری کامیابی اسی وقت ممکن ہے جبکہ مشاہدہ کرنے والا آئینہ (یا عدسہ) سے جس قدر دور مٹھنا ممکن ہو ہٹ کر مشاہدہ کرے، اور جو اپن بطور شخص، استعمال ہو وہ بھی کافی دور واقع ہو۔ طالب علم کو چاہئے اس ہدایت پر ہمیشہ عمل پیرا ہو۔

خیال      اپن

شکل نمبر ۳۔

اپن کی نوک اور اس کے خیال کا انطباق۔

اس تجربہ میں اب تک جو کچھ کیا گیا اس سے صرف اپن کی نوک اور اس کا خیال آئینہ کے محور پر قائم ہو سکے۔ دونوں میں انطباق لازم نہیں ہوا۔ اب اپن کو مٹھا کر

حصوں کا اٹھا معلوم کر لیتے ہیں۔

نمل (۲)۔ مقعر آئینہ میں حقیقی خیال کی پیدائش۔

خیال اور شخص کا انطباق۔ مگر نور کا ایک چھوٹا اور ہمیشہ روشن مبداء ایک مقعر کروی آئینہ کے مرکز اٹھا پر رکھا جائے، روشنی کی تمام شعاعیں جو آئینہ پر پڑیں گی عمود وار ہوں گی، اس لئے وہ سب کی سب جس راستہ جائیں گی اسی راستہ آئینہ سے منعکس ہو کر واپس لوٹیں گی۔ یعنی مرکز اٹھا پر واپس ہوں گی۔ پس خیال مرکز اٹھا ہی پر پیدا ہوگا۔ بالفاظ دیگر خیال اور شخص مرکز اٹھا پر منطبق ہونگے اور خیال باعتبار شخص معکوس ہوگا۔

تجربہ ۳۔ مقعر آئینہ کے نصف قطر اٹھا کی تعیین۔

مرکز اٹھا کا موقع دریافت کرنے کا آسان طریقہ یہ ہے کہ آئینہ کے سامنے ایک چھوٹی شے (مثلاً ایک اپن) رکھی جائے اور اختلاف منظر کی مدد سے دیکھ لیا جائے کہ کس مقام پر شخص اور خیال منطبق ہوتے ہیں۔ آئینہ کا منہ انتصابی وضع میں رکھنا ہو تو اس کو ہمیشہ قائم کیا جاسکتا ہے، اگر افقی وضع میں رکھنا مقصود ہو تو مناسب ادجائی کی ایک تپائی پر رکھ سکتے ہیں تاکہ تجربہ کرتے وقت اس میں اوپر سے نیچے کی طرف دیکھ سکیں۔ طالب علم کو چاہئے ایک آئینہ بند کر کے اپنا سر آئینہ کے سامنے ایسی جگہ رکھے کہ اس کی دوسری (کبھی) آنکھ آئینہ کے وسطی مقام پر نظر آئے۔ ایسی حالت میں

چونکہ دائرہ کے خواص سے

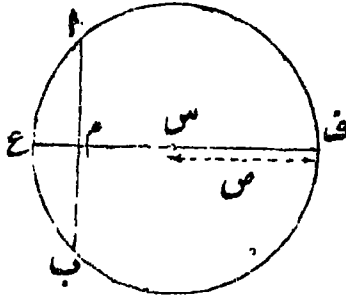
$$ع م \times م ف = (م)^2$$

$$\therefore م ع = \frac{(م)^2}{م ف}$$

اگر قوس کافی چھوٹا ہے تو

$$م ع = \frac{(م)^2}{ص} - \text{تقریباً۔}$$

جہاں (ص) سے مراد دائرہ کا نصف قطر ہے۔



پس ایک ہی  
وتر رکھنے والی چھوٹی  
قوسوں کا انحناء کے  
عمق کا متناسب ہوتا  
ہے۔ مہولی کرویت  
پیما کے ذریعہ جو چیز  
مست ثانی جاتی ہے  
بھی قوس کا عمق ہے۔  
پس ایسے کرویت  
پیما کا بنانا جس سے  
کسی سطح کے انحناء

شکل ۲۹۔ قوس کا انحناء۔

کی ذاتی آہنگوں میں، راستہ یقین ہو کچھ مشکل بات  
نہیں۔ مناظری سامان فروش اس اصول پر تیار کئے  
ہوئے سادے آلے استعمال کر کے عینک وغیرہ کے

ہو سکتی ہے۔ واضح ہے کہ گرہ کا قطر جس قدر بڑا ہوگا اس کا انحناء اسی قدر کم ہوگا۔ مناظری آلات بنانے والے انحناء کی پیمائش میں ایک خاص اکائی استعمال کرتے ہیں جو ڈائی آپٹر کہلاتی ہے۔ ہم اس کو بصرتی کینیکے۔ اس اکائی سے مراد ایسی کروی سطح کا انحناء ہے جس کا نصف قطر ایک میٹر ہو۔

پس ڈائی آپٹروں میں انحناء =  $\frac{1}{\text{م (میٹر)}}$  ، جہاں (م) = نصف قطر

$$\frac{100}{\text{م (سم)}} = \frac{3937}{\text{م (انچ)}}$$

مندرجہ ذیل جدول بغور دیکھی جائے تاکہ ڈائی آپٹروں میں انحناء کی پیمائش صاف سمجھ میں آئے :

|                              |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| انحناء ڈائی آپٹر دین         | ۱   | ۲  | ۳  | ۴  | ۵  | ۱۰ | ۲۰ | ۲۵ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| اکائی نصف قطر سینٹی میٹر میں | ۱۰۰ | ۵۰ | ۳۳ | ۲۵ | ۲۰ | ۱۰ | ۵  | ۴  | ۲  | ۱   |

ایک چھوٹے دائری قوس کا انحناء قوس کے سیکٹا یعنی عمق کا متناسب ہے۔ اگر ہم ب ایک قوس اے ب کا وتر ہے تو اس وتر کی عمود وار، تنصیف کرنے والے قطر پر جو فاصلہ عم ناپا جاتا ہے قوس کا عمق (سیکٹا) کہلاتا ہے۔

نمایا جاتا ہے تو مثبت تصور کہا جائے ، اور جب اس کے مخالف سمت میں ناپا جاتا ہے تو منفی ۔

پس اس قرار داد کے بموجب مقعر آئینہ کے انحناء کا نصف قطر اور اس کا اسکی طول مثبت مقدار میں ہونگی ۔

یہی سمت میں جب محدب آئینہ سے متعلق ہونگی تو منفی ہونگی ۔

نمودہ ذیل دو نقطے زوجی ماسکے کہلاتے ہیں اگر آئینہ سے ایک نقطہ سے نکل کر آئینہ سے منعکس ہونے کے بعد دوبارہ آئینہ سے دوسرے نقطہ پر جمع ہوں تو اس سے پہنچتی ہوئی نظر آتی ہیں ۔

معلوم ہے ۔ یہ نقطہ ایک دوسرے کے خیال میں ۔ یہ نقطہ دوسرے کا بند ہی خیال کہا سکتا ہے ۔

زوجی آئینوں کے انحناء کے نصف قطر

(م) ، اسکی طول (م) ، قطب آئینہ سے

مشخص کے فاصلہ (م) ، اور اسی نقطہ سے

خیال کے فاصلہ (خ) میں جو باہمی تعلق ہے ،

مندرجہ ذیل ضابطہ سے اس کا پتہ چلتا ہے :

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{m}$$

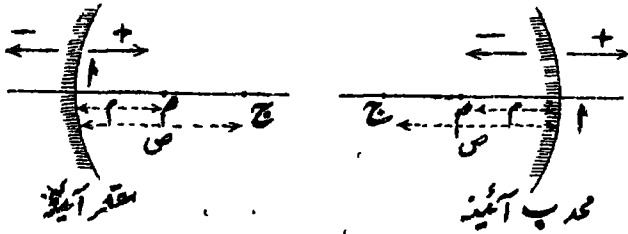
کسی کردی سطح کا انحناء ناپنا مقصود ہو تو اس

کرہ کے نصف قطر کے متکافی سے اسکی پائش



جہوٹے سپرہ کے کردی آئینہ کا اصلی ماسکہ اس کے قطب اور مرکز انحناء کے مقام وسط پر واقع ہوتا ہے۔ جب مقعر آئینہ کے اصلی ماسکہ پر نور کا ایک نقطہ رکھا جاتا ہے (یعنی نہایت چھوٹے ابعاد کا مبداء نور ہوتا ہے) تو بعد انعکاس شعاعیں محور کے متوازی چلی جاتی ہیں۔ ایسا ہی جب ایک مستحق پندل ایک محدب آئینہ پر پڑتی ہے اور اس کا رخ آئینہ کے ٹھیک اصلی ماسکہ کی طرف ہوتا ہے تو انعکاس کے بعد شعاعیں محور کے متوازی چلی جاتی ہیں۔

آئینے کے محور پر جو فاصلے ناپے جاتے ہیں انکی علامتوں کے متعلق خاص قرار داد ضرور ہے۔ عام طور پر جو قرار داد مروج ہے ذیل میں اس کو درج کیا جاتا ہے۔



شکل ۲۔  
مقعر اور محدب آئینے۔

- (۱) تمام فاصلے آئینہ کے قطب سے ناپے جائیں۔
- (۲) قطب سے جب کوئی فاصلہ مبداء نور کی طرف

## دوسرا باب

### کروی آئینے

#### فصل (۱) تمہیدی نظریہ

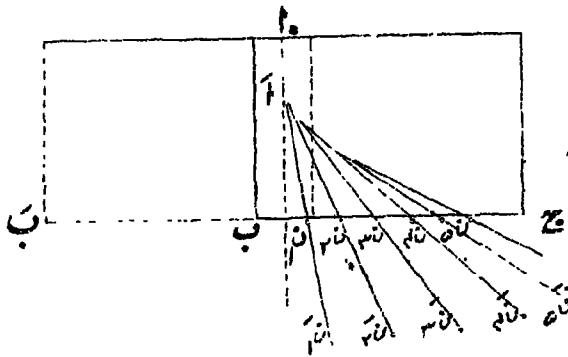
کروی آئینہ سے مراد ایک مجلا سطح ہے جو ایک جزو کرہ کے مشابہ ہوتی ہے۔ کرہ کا مرکز آئینہ کا مرکز انحناء کہلاتا ہے۔ جب مجلا سطح کا رخ مرکز انحناء کی طرف ہوتا ہے تو آئینہ مقعر ہوتا ہے۔ جب مجلا سطح کا رخ مرکز انحناء کی مخالف سمت میں ہوتا ہے تو قعجب۔ آئینہ کے وسطی مقام کو عموماً اس کا قطب کہتے ہیں۔ آئینہ کے محور سے مراد وہ خط ہے جو اس کے مرکز انحناء اور قطب کو ملاتا ہے۔ واضح ہے کہ کروی آئینہ کا کنارہ ایک دائرہ ہے۔ اس کے قطر کے سروں کو مرکز انحناء سے ملانے سے مرکز پر جو زاویہ بنتا ہے ہم اس کو آئینہ کا سیموہ کہتے ہیں۔

جب محور کے متوازی شعاعوں کی ایک پینسل کروی آئینہ پر پڑتی ہے تو بعد انعکاس (اگر آئینہ مقعر ہو تو) مستقیم ہو کر محور کے ایک نقطہ پر جمع ہو جاتی ہے اور (اگر آئینہ قعجب ہو تو) اس نقطہ سے متباعد ہو کر نکلتی ہوئی نظر آتی ہے۔ یہ نقطہ آئینہ کا اصلی ماسکہ کہلاتا ہے۔

م = کندے کی حقیقی موٹائی  
نظاہری موٹائی

ظاہری موٹائی سے مراد خط آتش کے قرن کا فاصلہ کندے کی اسی سطح سے ہے جو معاینہ کرنے والے کی آنکھ سے قریب تر ہے۔ سمرل چاب کے ذریعہ کندے کی حقیقی موٹائی ناپا لی جاسکتی ہے۔  
تنبیہ۔ چونکہ اس تریبی طریقہ سے آتشی خط کے قرن (۱) کا مقام کافی صحت کے ساتھ نہیں دریافت ہو سکتا ہے اس لئے انعطاف نما (م) کی قیمت چنداں صحیح شمار نہوگی۔

منہجی کا دوسرا پہلو اور قرن کا صحیح مقام معلوم کرنے کے لئے شیشہ کو بازو کی طرف ہٹا کر، نقطہ دار خط کے ذریعہ جو وضع بتائی گئی ہے، اس میں رکھنا ہوگا۔ مصرعہ بالا عمل کو دہرانے سے خط آتشی کا دوسرا پہلو بھی دریافت ہو جائیگا۔ جب شیشہ



شکل ۲۷۔

انعطاف سے آتشی خط کی پیدائش

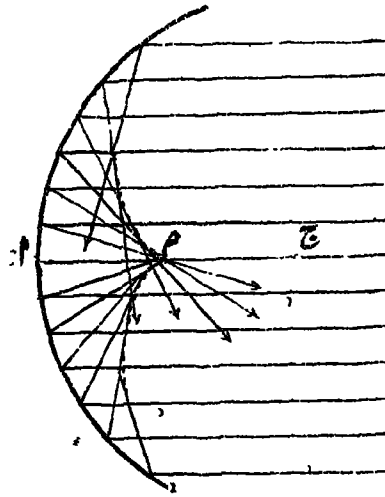
میں سے اپن (۱) کو دیکھتے وقت نگاہ عمود وار واقع ہوگی تو اپن کا خیال کہ اس آتشی خط کے قرن (۱) کے پاس نظر آئیگا۔ طالب علم کو چاہئے اس شکل کو بھی اپنی مشقی بیاض میں صحت کے ساتھ اتار لے۔

صفحہ (۷۸) پر جو ضابطہ ثابت ہوا ہے اس کے ذریعہ سے شیشہ کے کندے کا انعطاف نما شمار کر لیا جائے:

اسی کی شکل کہنی جاسکتی ہے۔

بشر بہ ۲۹۔ انعطاف سے پیدا ہونے والا  
 انشئی نقطہ شیشہ کے کندے کو لقمہ کشی کے ایک  
 ٹاؤپر رکھو اور اس کے ایک کونے سے تقریباً ۳ سم  
 فاصلہ پر ایک لمبے کنارے سے لگا کر ایک الپن  
 (۱) کھڑا کرو، جیسا کہ شکل (۲۹) میں بتایا گیا ہے۔ مقابل  
 کے کنارے پر، ۱/۲ انشئی میٹر فاصلہ سے ان ان کے  
 وغیرہ چند نشان کرو۔ ان میں سے ایک مثلاً ان پر  
 ایک الپن استادہ کرو، اور دیکھو ایک دوسرا الپن  
 ان کہاں استادہ کیا جائے تاکہ کندے میں سے  
 معائنہ کرنے سے تینوں الپن یعنی ان اور ان  
 ایک سیٹ میں نظر آئیں۔ جب الپن (ان) کا صحیح مقام  
 مل جائے تو یہی عمل دوسرے نشانوں کے ساتھ وغیرہ  
 پر بالترتیب الپن چھو کر دوہراؤ۔ جب سب مقام  
 مشخص ہو جائیں شیشہ کے گرد پنسن سے نشان کر کے  
 اس کو کاغذ پر سے اٹھا لو۔ پہر نا اور ان کو خط کہنی  
 کر ملاؤ اور اس خط کو ان کی سمت میں آگے بڑھاؤ۔  
 اسی طرح نا اور ان کو ملاؤ اور ان کی سمت میں آگے  
 بڑھاؤ۔ یہ دونوں خط ایک نقطہ پر ملینگے جو الپن (۱) کا  
 مجازی خیال ہے جو آنکھ کو نا اور ان کے قریب  
 سے دکھائی دیتا ہے۔ باقی متعلقہ نقطوں کو اسی طرح  
 ملا کر خطوط کو آگے بڑھانے سے معلوم ہوگا (بشرطیکہ  
 تجربہ کافی احتیاط سے کیا گیا ہے) کہ یہ سب خطوط  
 ایک منحنی کو چھوتے ہیں۔

دائرہ سے تماس کرے۔ شعاع منعکس بھی ہے۔  
 [طالب علم کو اس کے ثابت کرنے میں کوئی دقت نہوگی]۔  
 محور کے متوازی دوسری اور شعاعیں کھینچ کر یہی عمل  
 دوہراؤ۔ اور منعکس متوازی شعاعوں کے تقاطع کے  
 مقاموں پر سے گزرنے والا منحنی کھینچو۔ یہ منحنی اس  
 سطح آتشی کی تراش ہے جو ایک مقعر نصف کرہ کی  
 آئینہ پر محور کے متوازی واقع شعاعوں کے انعکاس  
 سے بنتی ہے۔



شکل ۲۷۔

انعکاس سے آتشی خط کی پیدائش

شیشہ کے ایک مستطیل کندے میں روشنی کے انعطاف  
 سے جو آتشی سطح بنتی ہے، الہنوں کے ذریعہ تجربہ کر کے

ہیں، لیکن یہ ضرور نہیں کہ یہ نقطہ دو اور نزدیک کی شعاعوں کے تقاطع کے نقطہ سے منطبق ہو۔ البتہ تمام شعاعیں ایک خاص منحنی سے تماس رکھتی ہیں جو (بوجہ کثرت حدت نور حرارت) خط آتشی یا آتشی منحنی کہلاتا ہے۔ فرض کرو ایک مقعر نصف کمرہ کی بطور مثال، فرض کرو ایک متوازی شعاعوں کے آئینہ پر اصلی محور کے متوازی شعاعوں کی ایک پنسل واقع ہے۔ شکل (۲۶) کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ بعد انعکاس صرف محور کے قریب کی شعاعیں اصلی پاسکے یعنی (ج) اور (۱) کے وسطی مقام (م) پر سے گزرتی ہیں۔ دوسری منعکس شعاعیں ایک آتشی خط کو چھوتی ہیں جو بلحاظ محور متساوی ہے اور نقطہ (م) پر ایک قرن رکھتا ہے۔

نتیجہ ۲۸۔ انعکاس سے پیدا ہونے والا آتشی خط۔ اپنی مشقی بیاض میں صحیح پیمانہ پر ایک نقشہ کھینچ کر خط آتشی بناؤ جبکہ محور کے متوازی شعاعوں کی پنسل ایک نصف کروی آئینہ پر پڑتی ہے۔ پھلے ایک نصف دائرہ کھینچ کر آئینہ کی تراش بتاؤ۔ پھر کوئی ایک شعاع محور ج آ کے متوازی کھینچو۔ انعکاس کے بعد اس شعاع کی جو سمت ہوگی اس کو ہندسی طریقہ سے باسانی اس طرح بتا سکتے ہیں۔ (ج) کو مرکز مان کر ایک دائرہ کھینچو جو اس شعاع سے تماس کرے۔ آئینہ کے جس نقطہ پر شعاع واقع ملتی ہے اس سے ایک دوسرا خط کھینچو جو اس

میں اختلاف منظر نہ ہو۔  
 ان وضعوں میں خورد میں کا کسر پیمہ پیمانہ پڑھ کر  
 تختی کی حقیقت اور ظاہری سوماتی فوراً دریافت کر لی جاتی  
 ہے اور پچھلے تجربوں کی طرح اسے انعطاف نما شمار  
 کیا جاتا ہے۔  
 مانعاً اگر کم مقدار میں ہوں تو ان کا انعطاف  
 نما بھی کسر پیمہ خورد میں کے ذریعہ دریافت کیا جاسکتا  
 ہے۔ جس طرف میں مانع ڈالا جائیگا اس کی تہ دیکھنے کے لئے  
 خورد میں کو ماسک پر لائے ہیں۔ پہر طرف میں مانع  
 ڈال کر تہ کو خورد میں سے دیکھتے ہیں۔ اور آخر میں  
 مانع کی پہلی (ادپر کی) سطح خورد میں کو ماسک پر لاکر دیکھتے  
 ہیں۔ آخری صورت میں اگر مانع کی سطح پر ذرا سا  
 لائیکو پوڈیم کا سفوف چھڑک دیا جائے تو خورد میں کو  
 ماسک پر لانے میں آسانی ہوگی۔

### فصل (۳) استثنیٰ منحنیاں

مستوی اور کروی سطحوں کے انعکاس و انعطاف  
 کے ابتدائی نظریہ میں فرض کر لیا جاتا ہے کہ  
 ایک نقطے سے نکلنے والی شعاعوں کی پینسلین انعکاس  
 یا انعطاف کے بعد ایک دوسرے نقطے پر جمع  
 ہوتی ہیں یا اس سے پہلے ہی نظر آتی ہیں۔ اور  
 یہ نقطہ زوجی ماسک کہلاتا ہے۔ بالعموم یہ بات  
 محض تقریباً صحیح ہے۔ کوئی دو قریب کی شعاعیں بعد  
 انعکاس یا انعطاف ایک نقطے پر متقاطع ہو سکتی



دیکھائی دیکھا بظاہر کسی قدر اٹھا ہوا نظر آئیگا۔ اس جسم کا ظاہری مقام معلوم کرنے کے لئے ایک اپن کو افقی وضع میں خط کے متوازی اور نوک شیشہ کی سطح سے لگائے رکھ کر حسب ضرورت اوپر اٹھاؤ یا نیچے اتار دو حتیٰ کہ ایسا مقام پاتھو آئے کہ اپن کی نوک اور شیشہ میں سے دکھائی دینے والے خط کے حصہ میں اختلاف منظر پایا نہ جائے۔ اس مقام کی یقین کے لئے ضرور ہوگا کہ اپن ایک ایسی ٹیکن پر رہی جائے جو انتصابی خط میں حرکت کر سکتی ہو۔

اپن کی نوک سے شیشہ کی اوپر والی سطح کا فاصلہ ناپو اور نیز شیشہ کے کندے کی حقیقی موٹائی ناپ لو۔ ان دونوں کے ذریعہ شیشہ کا انعطاف نما شمار کرو۔ یہ طریقہ صرف اسی وقت موزوں ہوتا ہے جبکہ شیشہ کا کندا کافی موٹا ہو۔ ۳ سنتی میٹر یا اس سے کم موٹی تختیوں کے لئے ایک گسپہا خرد ہیں جو انتصابی خط میں ترتیب پاسکے استعمال کیجاتی ہے۔

تجربہ ۷۔ خرد ہیں کے ذریعہ سے انعطاف

نما کی یقین۔ خرد ہیں کو (۱) ایک کاغذ یا کسی اور مناسب مستوی سطح کے دیکھنے کے لئے (بغیر شیشہ کی تختی حاصل رکھے) ماسک پر لائے ہیں، پھر (ب) تختی حاصل رکھ کر اس کو کاغذ کے دیکھنے کے لئے ماسک پر لائے ہیں، اور (ج) تختی کی اوپر والی سطح کے لئے ماسک پر لائے ہیں۔ احتیاط کی جاتی ہے کہ ہر ایک صورت میں جو خیال دکھائی دیتا ہے اس میں اور خرد ہیں کے صلیبی تاروں

ایک ٹینک پر اس طرح رکھا جائے کہ پانی کی سطح سے اس کی بلندی میں حسب ضرورت تغیر تبدیل ہو سکے۔ اوپر سے پانی میں دیکھنے سے پھلے کاغذ کا خیال جو شعاعوں کے انعطاف سے بینکا باسانی دکھائی دینگا۔ دوسرے کاغذ کا خیال بھی جو پانی کی سطح سے شعاعوں کا انعکاس ہو کر بینکا دکھائی دے سلیگا، بشرطیکہ اس دوسرے کاغذ کی نیچے والی سطح بخوبی روشن ہو۔ اس دوسرے کاغذ کی بلندی ٹھیک کر کے ان خیالوں کا اختلاف منظر رفع کیا جائے۔ ایسی صورت میں انعکاس اور انعطاف سے بنے ہوئے خیال ایک دوسرے سے منطبق ہو جائیں گے۔ انعکاس سے پیدا ہونے والا خیال پانی کی سطح کے نیچے اسقدر فاصلہ پر واقع ہے جسقدر دوسرا کاغذ سطح کے اوپر ہے۔ پس پانی کا ظاہری عمق اس کی سطح سے اس دوسرے کاغذ کے فاصلہ کے مساوی ہے، یہ ظاہری عمق اور حقیقی عمق دونوں ناپ لئے جائیں اور ان سے پانی کا انعطاف نما شمار کیا جائے۔

تجربہ نمبر ۲۶۔ شیشہ کے انعطاف نما

کی تعیین ظاہری عمق کے ذریعہ سے۔ ایک سفید کاغذ کے تاد پر ایک خط مستقیم کھینچ کر اس پر شیشہ کا ایک بڑا مستطیل کھنڈا رکھو۔ اوپر سے اگر گندے پر نظر ڈالی جائے تو سارا خط دکھائی دینگا، لیکن اس کا جو حصہ شیشہ کے اندر سے

$$\frac{\frac{\text{س ق}}{\text{س ع}}}{\frac{\text{ق ع}}{\text{ق ع}}} = \frac{\text{س ق}}{\text{س ع}}$$

جب دیکھنے والے کی نگاہ کندے پر انتہائی واقع ہوتی ہے تو س ع ق اور س ع ق زاویے بہت چھوٹے ہونے ہیں اور ق ع ق ق ع ق ق ع ق کے مساوی ہو جاتا ہے اور ق ع ق ق ع ق ق ع ق کے س ع ق کے۔

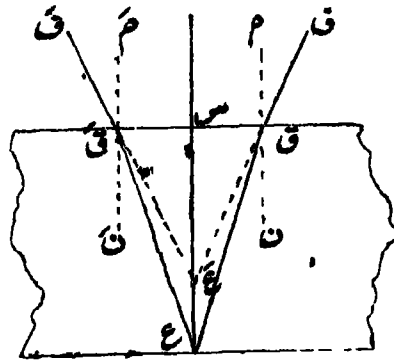
$$\frac{\text{س ع}}{\text{س ع}} = \frac{\text{س ع}}{\text{س ع}} = \frac{\text{کندے کی حقیقی موٹائی}}{\text{ظاہری موٹائی}}$$

اگر حقیقی اور ظاہری موٹائی دونوں ناپ لی جائیں تو کندے کے مادے کا انعطاف نما دریافت ہو سکتا ہے۔

بحث باب ۲۵۔ پانی کا ظاہری عمق

ناپ کر اس کے انعطاف نما کی تعیین۔ سفید کاغذ کا ایک نوکدار ٹکڑا ایک گلاس یا شیشہ کے خانہ کی تہ پر بچھا کر اس پر کوئی وزندار چیز مثلاً پیسہ رکھ دو تاکہ کاغذ سرنگنے نہ پائے۔ خانہ کی تہ سیاہ رنگی جانی چاہئے یا خانہ سیاہ رنگ کے کاغذ پر رکھا جائے اور پانی سے بہر کر ایسی بلندی پر رکھا جائے کہ مشاہدہ کرنے والا اس کے اندر اوپر سے دیکھ سکے۔ پھر ایک دوسرا کاغذ کا ٹکڑا

ایک نقطہ ہے، جہاں سے نور کی شعاعیں نکلتی ہیں اور  
کنڈے سے ہوا میں جاتے ہوئے ق، ق کے پاس  
مڑ جاتی ہیں۔ شکل (۲۵)۔ ع ق اور ع ق عمود ع سے  
سے مساوی۔ زاویوں پر مائل شعاعیں ہیں جو بعد انعطاف  
ق ق اور ق ق کی راہ سے ہوا میں چلی آتی ہیں۔  
ان منعطف شعاعوں کو پیچھے کی طرف بڑھانے سے وہ نقطہ  
(ع) پر مل جاتی ہیں۔ جب یہ شعاعیں کسی آنکھ میں  
داخل ہوتی ہیں تو اس کو نقطہ (ع) بمقام (ع) دکھائی  
دیتا ہے۔



شکل ۲۵۔ ظاہری موٹائی۔

اگر ہوا سے روشنی کیف تر واسطہ میں جانے کا  
انعطاف نما (م) قرار دیا جائے، تو

$$\text{م} = \frac{\text{جب } \langle \text{ق ق م} \rangle}{\text{جب } \langle \text{ق ق ن} \rangle} = \frac{\text{جب } \langle \text{ق ع م} \rangle}{\text{جب } \langle \text{ق ع ن} \rangle}$$

$$\frac{\text{یہ جب ف}}{\text{ہوا مر شیشہ}} = \frac{\text{جب ف}}{\text{ہوا مر پانی}}$$

$$\text{لیکن جب ف} = \frac{1}{\text{ہوا مر پانی}}$$

$$\therefore \text{جب ف} = \frac{1}{\text{ہوا مر پانی}}$$

جس کے معنی یہ ہیں کہ اگر شعاع پانی سے شیشہ میں ایسے زاویہ پر واقع ہو جو پانی کے لئے زاویہ فاصل ہے تو منعطف شعاع شیشہ سے ہوا کی سطح پر جس زاویہ پر واقع ہوگی وہ شیشہ کے لئے زاویہ فاصل ہوگا۔ پس شیشہ سے ہوا کی سطح پر ٹکرا کر شعاع کا کلی داخلی انعکاس جب ہی ہوتا ہے کہ پانی سے شیشہ میں داخل ہوتے وقت اسکا زاویہ وقوع پانی کے لئے زاویہ فاصل ہے۔

ظاہری موٹائی کے ذریعہ انعطاف نام کی تعین

جب کسی صاف پانی کے حوض میں نگاہ استعصائی وضع میں پڑتی ہے تو پانی کی گہرائی حقیقی گہرائی سے کم نظر آتی ہے۔ اسی طرح اگر شیشہ کے ایک مستطیل کندے میں سے دیکھا جائے تو اس کی موٹائی اس کی حقیقی موٹائی سے کم نظر آتی ہے۔ یہ دراصل روشنی کے انعطاف کا نتیجہ ہے جبکہ وہ پانی سے نکل کر ہوا میں یا شیشہ سے ہوا میں آتی ہے۔

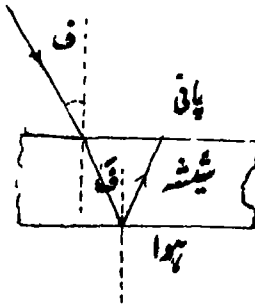
فرض کرو (ح) شفاف مستطیل کندے کی تہ میں

اس کے بعد بھی اس کو اُسی طرح گھائے جاتے ہیں  
حتیٰ کہ روشنی گہرے غائب ہو جاتی ہے۔ خانہ جس زاویہ  
میں گہوا مانع کے زاویہ فاصل کا دوچند ہے۔

پس مانع کا انعطاف منا مر = جب (ف)

اس طریقہ سے پانی کے زاویہ فاصل اور انعطاف  
نما کی تعیین کی جائے

[ چونکہ ہوائی جہلی شیشہ کی تختیوں میں مجبوس ہے  
اس لئے روشنی مانع سے شیشہ میں آتی ہے اور شیشہ  
سے ہوا میں۔ جب



روشنی غائب ہوتی ہے  
تو اسکا وقوع جس زاویہ  
فاصل پر ہوتا ہے دراصل  
شیشہ اور ہوا کے زاویہ  
فاصل پر ہوتا ہے۔ بریں ہم  
تجربہ متذکرہ بالا میں جو  
زاویہ ناپا جاتا ہے پانی  
اور ہوا کا زاویہ فاصل  
ہے۔ ذیل میں اس کی  
وجہ بتائی جاتی ہے۔

مسل مسئلہ۔ زاویہ فاصل۔

اگر پانی میں شعاع کا زاویہ وقوع اس کا زاویہ  
فاصل (ف) ہو اور شیشہ سے ہوا میں جانے کا زاویہ  
وقوع (ف) تو

$$\frac{\text{شیشہ کا انعطاف منا}}{\text{پانی کا}} = \frac{\text{جب (ف)}}{\text{جب (ف)}} = \text{پانی کی کثافت}$$

کا حلقہ رکھ کر ہوا کی ایک باریک جھلی محبوس کی جاتی ہے۔ کناڈا بلسان کے ذریعہ تختیان جمادی جاتی ہیں اور آگ ایک انتہائی تھکے کے ساتھ جو تختیوں کے متوازی ہوتا ہے جوڑ دیا جاتا ہے، تاکہ سب کا سب ایک انتہائی محور کے گرد گھمایا جاسکے۔ زاویہ تحویل ایک ہم محور دائری پیمانے پر کے ذریعہ ناپا جاسکتا ہے۔ شکل (۲۳)۔

جس مانع کا زاویہ پھسل دریافت کرنا مقصود ہو آگ اس میں ڈبو دیا جاتا ہے۔ اور مانع ایک مکعب شکل کے، شیشہ کی تختیوں سے بنائے ہوئے خانہ بابت میں رکھا جاتا ہے۔

نور کی ایک تنگ پنسل مانع کے اندر سے خانہ کے دو پہلوں پر عمودوار، گزرتی ہے۔ جس سے دو تنگ متوازی جہریاں ہیں۔ ایک جہری میں سے دیکھتے ہیں اور دوسری جہری کے پیچھے مسدود نور رکھا جاتا ہے۔

جب ہوا کی جھلی روشنی کی پنسل پر عمودوار واقع ہوتی ہے تو پنسل اس میں سے ہار ہو جاتی ہے۔ تھکے کو گھمانے سے، مانع میں سے ہوا میں روشنی جانیکا زاویہ وقوع بڑھتا جاتا ہے یہاں تک کہ زاویہ قائل کے مساوی ہو جاتا ہے۔ اگر ٹکلا اس سے ذرا اور زیادہ گھمایا جائے تو پنسل کا کلی انعکاس ہو کر ہوا میں کچھ بھی روشنی داخل نہیں ہونے پاتی۔ ورنہ دار دائرے پر آگ کی چھ وضع نشان کر لی جاتی ہے۔ پھر شیشہ کے خانے کو الٹا گھاتے ہیں یہاں تک کہ روشنی پھر پیدا ہوتی ہے۔

برہ جائے تو شعاع اس سے نکل کر لطیف واسطہ میں داخل نہیں ہو سکتی۔ اسلئے کہ زاویہ خروج کی جیب کی قیمت (۱) سے برہ نہیں سکتی۔ پس ایسی صورت میں سب کی سب روشنی کثیف مادہ ہی میں منعکس ہو جاتی ہے۔ اس انعکاس کو کلی داخل انعکاس کہتے ہیں۔

وضع ہو کہ زاویہ  $\theta$ ، بلحاظ مقررہ دو واسطوں کے کثیف تر واسطہ میں کلی داخل انعکاس ہونے کا سب سے چھوٹا زاویہ ہے۔ جب زاویہ وقوع اس سے ذرا چھوٹا ہوتا ہے شعاع دوسرے واسطہ میں سطح فاصل سے تماس کرتی ہوئی خارج ہوتی ہے۔ اسی وجہ سے یہ زاویہ ان دو واسطوں کا زاویہ فاصل کہلاتا ہے۔

اگر لطیف واسطہ ہوا ہو تو جیب (ف) کثیف واسطہ کے انعطاف نما کا عکس ہوگی۔ اس لئے کہ وہ کثیف واسطہ سے ہوا میں نور جانے کا انعطاف نما ہے۔

تجربہ ۲۴۔

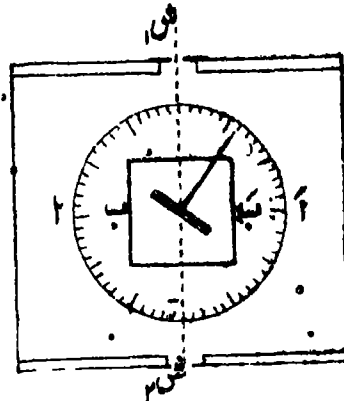
زاویہ فاصل کی

تعین۔ شیشہ کی

دو متوازی تختیوں

کے بیچ میں پتلے برہ

یا رائٹ کے ورق



شکل ۲۴۔ زاویہ فاصل کی تعین۔



$$\frac{\text{جب } \frac{d+1}{m}}{\text{جب } \frac{d}{m}} = \frac{\text{ثخ}}{\text{ثاذ}}$$

$$\frac{\text{ثخ}}{\text{ثاذ}} = m$$

پس اگر خطوط  $\text{ثخ}$  اور  $\text{ثاذ}$  کے طول ناپ لئے جائیں تو انعطاف نما (م) کی قیمت شمار ہو جاتی ہے۔

داخلی کلی انعکاس اور زاویہ قائل۔

جب روشنی کی شعاع ایک باعتبار نور کثیف تر واسطہ سے نکل کر لطیف تر واسطہ میں داخل ہوتی ہے تو سطح قائل سے پرے صٹ جاتی ہے۔ یعنی جب  $\angle \theta > \angle \phi$  کی قیمت (۱) سے کم ہوتی ہے۔

پس زاویہ انعطاف کے بڑھنے کی شرح بہ نسبت زاویہ وقوع کے زیادہ ہوتی ہے۔ ایک زاویہ وقوع  $\angle \theta$  ایسا ہوتا ہے کہ انعطاف کے بعد شعاع خارج سطح قائل کے متوازی ہوتی ہے۔

یعنی زاویہ انعطاف  $90^\circ$  ہوتا ہے۔ پس جب  $\angle \theta = 90^\circ$ ۔

کثیف تر واسطہ سے لطیف تر واسطہ کا انعطاف نما۔

چونکہ جب  $\angle \theta = 90^\circ$ ، لہذا اس انعطاف نما کی

قیمت جب  $\angle \phi$  کے مساوی ہے۔

اگر کثیف واسطہ میں زاویہ وقوع  $\angle \theta$  سے

(د) گنیا کے ذریعہ ناپ لئے جائیں اور ریاضی کی جدولیں۔

دیکھ کر جب  $\angle A + D$  اور جب  $\angle P$  معلوم کر لئے جائیں۔

(۲) ترسیمی طریقہ سے (جو ڈاکٹر ڈبلیو ولن کا پیش

کردہ ہے)۔ کاغذ پر اقل انحراف کا زاویہ حسب طریقہ  
مہرحہ بالا لکیر کھینچ کر بتانے کے بعد منشور کو کاغذ پر  
ایسی وضع میں رکھتے ہیں کہ اس کے انعطافی زاویہ کے  
ایک پہلو کا انطباق خارج شعاع کے خط سے ہوتا ہے

اور اس زاویہ

کا انطباق واقع اور

خارج شعاعوں کے

نقطہ تقاطع (ک)

سے۔ پھر انعطافی زاویہ

کے دوسرے پہلو

سے لکیر کھینچ کر

شکل (۲۲) کی طرح

انعطافی زاویہ (۱)

بتا دیا جاتا ہے۔

اور (ک) کو مرکز

مان کر ۱۰ یا ۱۵ اسم

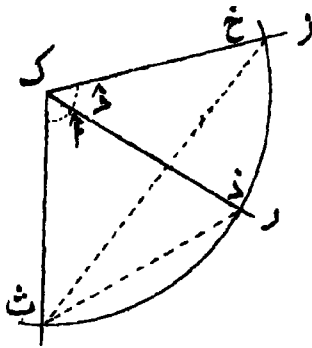
قطر کا ایک دائرہ

کھینچتے ہیں جو ان تینوں خطوط کو

نقطوں میں قطع کرتا ہے۔

شکل کے ہندسی خواص پر غور کرنے

سے معلوم ہو جائیگا کہ



شکل ۲۲

انعطاف نما کی تعیین ترسیمی طریقہ سے

کھینچتے ہیں جو ان تینوں خطوط کو

نقطوں میں قطع کرتا ہے۔

شکل کے ہندسی خواص پر غور کرنے

سے معلوم ہو جائیگا کہ

میں دیکھتے ہوئے منشور کے انعطافی زاوئے کی جانب پڑے  
جب منشور اس طرح تھوڑا سا گھوم لیگا تو اپن کچھ دیر تک  
اپنی جگہ پر قائم نظر آئینگے باوجودیکہ منشور کی گردش پیشتر ہی  
کی سمت میں جاری رہیگی۔ اس کے بعد بھی اگر منشور کو  
اسی طرف گھمائینگے تو آنکھ کو پیشتر کی مقابل سمت میں  
ٹھانا پڑیگا۔ جس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ انحراف  
میں پھر زیادتی شروع ہو گئی۔ پس منشور کو خفیف سا  
الٹا پھیر کر ایسی وضع میں لانا چاہئے کہ آنکھ شعاع واقع  
کی سمت ترک سے جس قدر نزدیک ہونا ممکن ہو، ہو جائے۔  
اقل انحراف کی یہی وضع ہوگی۔

منشور کی اس وضع میں دو اپنوں کے ذریعہ شعاع  
خارج کی راہ میں کر دو اور منشور کے گرد پمنل سے  
لیکسر کھینچ کر اس کے انعطافی زاویہ (۱) پر نشان لگا دو  
اب منشور اور اپن کاغذ پر سے اٹھا لئے جاسکتے ہیں  
اور واقع اور خارج شعاعیں کھینچ کر زاویہ اقل انحراف  
(ح) بتایا جاسکتا ہے۔ صحت عمل کے امتحان کی غرض  
سے دیکھو آیا منشور کے اندر سے شعاع کا راستہ  
اس کے دونوں بازوؤں کے ساتھ مساوی زاویوں پر  
ماثل ہے یا نہیں۔

ضابطہ م =  $\frac{\sin \frac{A}{2}}{\sin \frac{D}{2}}$  جب  $\frac{A}{2}$  کے ذریعہ سے  
جب  $\frac{D}{2}$

منشور کے انعطاف نما کی تعین دو طریقوں سے ہو سکتی

ہے۔ (۱) گنیا کی مدد سے۔ زاوئے (۱) اور

جب یہ صورت پیش آتی ہے تو بتایا جائے کہ زاویہ وقوع و زاویہ خروج دونوں مساوی ہوتے ہیں۔

تجربہ ۳۳۔ اپنوں کے ذریعہ ایک منشور کے لئے شعاع کے زاویہ اقل انحراف کی تعیین۔

پہلے کی طرح منشور کو نقشہ کش کے تختہ پر رکھو۔ زاویہ انحراف

منشور کے جن بازوؤں کے میلان سے پیدا ہوتا ہے انہیں سے ایک بازو سے لگا کر ایک اپن کھڑا کرو۔ اور اس سے کوئی ۱۰ سنتی میٹر دور ایک دوسرا اپن کھڑا کرو۔

اب منشور کے دوسرے بازو سے زاویہ کے اندر نظر ڈالو، ایسے مقام سے کہ متذکرہ بالا دو اپن ایک کے پیچھے

ایک دکھائی دیں۔ پھر منشور کو اس کے بازو کے اپن سے لگا رکھ کر گہاؤ کسانہ ہی آنکھ کو بھی حسب ضرورت ہٹاتے

جاؤ، تاکہ دونوں اپن ایک سیٹ میں نظر آتے رہیں۔

جب منشور کو ایک طرف گہاؤ گئے تو دونوں اپن ایک سیٹ میں نظر آنے کے لئے آنکھ کو اس طرف ہٹانے کی

ضرورت پیش آئیگی جبہر منشور کے انعطافی زاویہ کا رخ ہوگا۔ اور جب اس کو مقابل جانب گہاؤ گئے تو آنکھ

کو، پھلے جس جانب ہٹانا پڑا تھا اب اس کے مقابل جانب گہانا ہوگا۔ ملاحظہ ہو شکل ۳۴۔ پہلی صورت میں

منشور کے گہونے سے شعاع کے انحراف میں کمی واقع ہوتی

ہے اور دوسری صورت میں زیادتی۔ چونکہ ہمیں اقل انحراف کی

دریافت کرنا مقصود ہے اس لئے منشور کو اس طرح گھانا چاہئے کہ آنکھ اپنوں کو ایک سیدھ

ایسی وضع میں رکھو کہ اسکا انعطافی کنارہ انتصابی ہو۔  
پنسل سے منشور کے گرد لکیر کھینچ کر اس کا مقام  
معیّن کرلو۔ منشور کی ایک سطح سے بالکل متصل ایک  
اپن کھڑا کرو۔ اس سے تقریباً .اسم فاصلہ پر ایک  
دوسرا اپن انتصابی وضع میں کاغذ میں چبھو دو۔ اب  
منشور کی دوسری سطح میں سے دیکھو گے تو ان اپنوں  
کے خیال، نظر آئینگے۔ آنکھ کو ہٹا کر ایسے مقام پر لیجاؤ  
جہاں سے ان اپنوں کے خیال (جو روشنی کے انعطاف  
سے بنتے ہیں) ٹھیک ایک سیٹ میں دکھائی دیں۔  
دو اور اپن آنکھ اور منشور کے بیچ میں اس خط پر  
استادہ کر دو۔ پھر ان اپنوں کے مقاموں کے ذریعہ  
واقع اور خارج شعاعیں کھینچو۔ اور ان کو منشور تک  
آگے بڑھا کر انکا زاویہ میلان یعنی انحراف کا زاویہ  
معلوم کرلو۔ خروج کا زاویہ بھی معلوم کرلو۔ پہلے اپن کو  
منشور کی سطح سے لگائے رکھو اور اپنے مقام سے  
دھٹنے نہ دو۔ لیکن دوسرے کو ایسی جگہ لیجاؤ کہ انکے  
جو شعاع۔ واقع بنیگی اسکا زاویہ وقوع منشور کی سطح کے  
ساتھ پہلے سے جداگانہ ہو۔ خارج شعاع اب جس راستہ  
سے جائیگی اس کی سمت اور زاویہ انحراف معلوم کرلو۔  
یہی عمل وقوع کے کئی جداگانہ زاویوں کے ساتھ  
جن میں تقریباً پانچ پانچ درجوں کا فرق ہو، کیا جائے۔  
اور ایک منحنی کھینچ کر زاویہ انحراف اور زاویہ وقوع کا  
باہمی تعلق بتایا جائے۔  
اس منحنی سے واضح ہوگا کہ زاویہ انحراف کی  
قیمت ایک خاص زاویہ وقوع کے لئے اقل ہوتی ہے۔

سے متشاکلا گزرتی ہے۔ یعنی جب کہ شعاع کی سمت  $\hat{Q}$  منشور کے اندر منشور کے بازوؤں کے ساتھ مساوی زاویے بناتی ہے۔ ایسی حالت میں کہا جاتا ہے کہ منشور اقل انحراف کی وضع میں واقع ہے۔ اس وضع میں اگر  $\hat{Q}$  اور  $\hat{P}$  بالترتیب وقوع اور انعطاف کے زاویے ہوں تو انحراف کا زاویہ  $\hat{D} = 2(\hat{Q} - \hat{P})$  اور منشور کا انعطافی زاویہ  $(\hat{A}) = 2\hat{P}$ ۔

$$\text{پس } \hat{Q} = \frac{1}{2}(\hat{A} + \hat{D}) \text{ اور } \hat{P} = \frac{1}{2}\hat{A}$$

$$\text{لہذا } \mu = \frac{\text{جب } \hat{Q}}{\text{جب } \hat{P}} = \frac{\text{جب } \frac{1}{2}(\hat{A} + \hat{D})}{\text{جب } \frac{1}{2}\hat{A}}$$

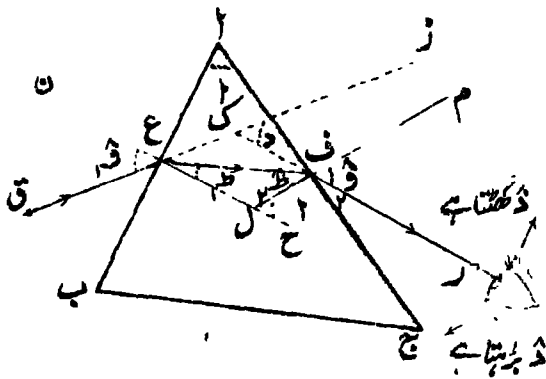
[نوٹ۔ چونکہ زاویہ اقل انحراف کو  $\hat{Q}$  اور منشور کے انعطافی زاویہ کو  $\hat{P}$  لکھنا زیادہ مناسب ہوگا اسلئے ہم اس مساوات کو

$$\mu = \frac{\text{جب } \frac{1}{2}(\hat{A} + \hat{D})}{\text{جب } \frac{1}{2}\hat{A}} \text{ لکھیں گے}$$

پس  $\mu$  یعنی انعطاف نما کی قیمت کی تعین کے لئے ضرور ہے کہ منشور کا انعطافی زاویہ  $(\hat{P})$  ناپ لیا جائے اور پھر زاویہ اقل انحراف  $(\hat{D})$ ۔ مترجم [

تجربہ ۲۲۔ الہنیوں کے ذریعہ شیشے کے منشور میں روشنی کے انعطاف کی تعین۔  
نقشہ کشی کے ایک تاو پر شیشہ کا ایک بڑا منشور

علی العموم، پہلی سطح پر کے انعطاف سے شعاع کی سمت میں جسطرف کو انحراف پیدا ہوتا ہے، دوسری سطح پر کے انعطاف سے بھی ایسی طرف انحراف وقوع میں آتا ہے۔  
(دیکھو شکل ۲۱)۔ اگر دونوں انحراف ایک ہی طرف نہ ہوں جیسا کہ شعاع کی بعض وضعوں میں پایا جاتا ہے تاہم ضرور کچھ انحراف وقوع میں آتا ہے اور شعاع منشور سے خارج ہوتی ہے تو اس کے قاعدے کی طرف مڑ جاتی ہے۔  
خارج شعاع فنسرا اور واقع شعاع کی سمتوں میں جو



شکل ۲۱  
شیشہ کے منشور میں روشنی کا انعطاف

زاویہ میلان ہوتا ہے زاویہ انحراف کہلاتا ہے۔  
شکل (۲۱) میں (ق) زاویہ انحراف ہے۔ ایک دیکھئے ہوئے منشور سے روشنی کی شعاع میں جو انحراف پایا جاتا ہے، شعاع کے زاویہ وقوع کے تابع ہوتا ہے۔ نظریہ اور تجربہ دونوں کے ذریعہ ثابت ہو سکتا ہے کہ زاویہ انحراف اس وقت اقل ہوتا ہے جبکہ شعاع منشور میں

جب  $\phi$  سے جو مستقل دریافت ہوا، ہوا ہے  
 شیشہ میں روشنی جانے کا انعطاف نما ہے اور جب  $\phi$   
 سے جو مستقل دریافت ہوگا، شیشہ سے ہوا میں روشنی  
 جانے کا انعطاف نما ہے۔

اگر ان مستقلوں کو بالترتیب  $\mu$  مش اور  $\mu'$  مش

قرار دیں، تو معلوم ہو جائیگا کہ  $\mu$  مش =  $\frac{1}{\mu'}$  مش - واضح ہو کہ  
 شیشہ کی سطحیں متوازی ہیں اور شعاع خارج شعاع واقع  
 کے متوازی ہے یعنی  $\phi = \phi'$  اور  $\mu = \mu'$ ۔ پس  
 اوپر جو نتیجہ ماخوذ ہوا ہے خلاف توقع نہیں ہے

چونکہ  $\mu$  مش =  $\frac{1}{\mu'}$  مش =  $\frac{1}{\mu}$  مش

چونکہ  $\phi$  اور  $\phi'$  مساوی ہیں، اس لئے جب ایک  
 متوازی سطحوں والے واسطے میں سے روشنی کا انعطاف  
 ہوتا ہے تو واقع اور خارج شعاعوں میں انحراف نہیں  
 پایا جاتا۔ پہلی سطح پر جو انحراف ہوتا ہے دوسری سطح  
 پر اس کی پوری تلافی ہو جاتی ہے۔

### روشنی کا انعطاف منشور میں

جب روشنی کی شعاع ایک شیشہ کے منشور میں سے  
 گزرتی ہے یا کسی بھی ایسے مادے کے منشور میں سے  
 گزرتی ہے جو باعتبار نور ہوا سے کثیف تر ہو، تو



طریقہ (۲) تریسیمی طریقہ - نقطہ (ع) کو مرکز بنا کر کم از کم اسم نصف قطر کا ایک دائرہ کھینچو۔ نقطہ (ق) جہاں شعاع واقع دائرہ کو قطع کرتی ہے معلوم کر لو۔ اسید طرح نقطہ (ص) بھی، جہاں شعاع منعطف (جو اگر ضرورت ہو تو آگے کو بڑھائی جائے) کا دائرے سے تقاطع ہوتا ہے، معلوم کر لیا جائے۔ ق اور ص سے ع پر کے عمود ن ع ن پر خطوط ق ن اور ص ن عمود دار کھینچو۔ اور ان عمودی خطوں کے طول احتیاط کے ساتھ ناپ لو۔

$$\frac{\text{ق ن}}{\text{ص ن}} = \frac{\text{ق ع}}{\text{ص ع}} = \frac{\text{جب } \angle \text{و}}{\text{جب } \angle \text{ط}}$$

ق ن / ص ن کی قیمت شمار کر لی جائے۔

انعطاف کے دوسرے کلیہ کی تصدیق کے لئے جب زاویہ وقوع اور جب زاویہ انعطاف کی نسبت، شعاع واقع لیئے کم از کم دو مختلف وضعی ترتیب دیکر، دریافت کیجانی چاہئے اور اس نسبت کی جو قیمتیں حاصل ہوں گی ان میں بہت قریب کی موافقت ہونی چاہئے۔ شیشے کا انعطاف نما ان قیمتوں کا اوسط ہوگا۔

شیشہ کی دوسری سطح پر شعاع کا جو انعطاف ہوتا ہے، اس سے بھی ثابت کیا جاسکتا ہے کہ جب  $\frac{\text{و}}{\text{ط}}$  کی قیمت مستقل ہے۔

کند استیقل ہے اسکی عطف سطح کا غز کی مستوی میں ہوگی۔  
پس انعطاف کے پہلے کلیہ کی تصدیق ہوگئی۔

الپنوں (ج، د، ہ، و) کے مقاموں پر نشان کرو  
اور انکو اور کندے کو کاغذ پر سے اٹھا لو۔ ج د کو ملاؤ اور  
اُس کو آگے بڑھا کر کندے کی سامنے کی سطح سے نقطہ (ع) پر  
ملنے دو۔ اسی طرح ہ و کو ملاؤ اور اُس کو کندے کے  
مقابل والی سطح کی طرف آگے بڑھا کر اس سطح سے نقطہ (ف) پر  
ملنے دو۔ واضح ہے کہ ج د واقع شعاع کی سمت ہے اور  
ہ و خارج شعاع کی سمت۔ پس شعاع شیشے کے اندر نقطہ  
(ع) کے پاس داخل ہوئی اور نقطہ (ف) پر نکل آئی۔ ع ف  
کو ملاؤ۔ خط ع ف شعاع کا راستہ بتاتا ہے جب کہ وہ  
شیشہ میں سے گزرتی تھی۔ خارج شعاع ہ و اور واقع  
شعاع ج د دونوں متوازی ہونگے، اسکی بھی تصدیق کر لو۔  
ع اور ف کے پاس شیشے کی سطحوں پر عمود کھینچو۔

پہلی سطح پر وقوع کا زاویہ ق ع ن ہے۔ اختصار  
بطور اس کو ق کہو۔  
پہلی سطح پر انعطاف کا زاویہ ن ع ص ہے۔ اسکی  
ط سے تعبیر کرو۔

دوسری سطح پر کے وقوع و انعطاف کے زاویوں  
کو بالترتیب و اور ح سے تعبیر کرو۔  
جب (و اور ح) ط کی نسبت دریافت کرنے کے  
لئے دو طریقے استعمال کئے جاسکتے ہیں:-

طریقہ (۱) و اور ط زاویوں کو گنیا کے ذریعہ سے  
ناپ لو، اور ریاضی کی جدولوں میں دیکھ کر انکی جیبوں کی  
قیمتیں لکھ لو۔ پھر جب و کی قیمت شمار کرو۔  
ط



جیب کو زاویہ انعطاف کی جیب سے جو نسبت ہوتی ہے کسی دو واسطوں اور کسی خاص رنگ کی روشنی کے لئے مستقل ہوتی ہے۔ اس مستقل عدد (م) کو پہلے واسطہ سے دوسرے واسطہ میں روشنی کی شعاع کا انعطاف نما کہتے ہیں۔

اگر شکل (۱۹) میں اب کو دو واسطوں کو تفریق کرنے والی سطح فرض کیا جائے۔  $\sin$  نقطہ ن پر کی واقع شعاع اور  $\sin$  سطح کا عمود، تو منوعطف شعاع  $\sin$  اسی مستوی میں ہوگی جس میں  $\sin$  اور  $\sin$  واقع ہیں۔ اور

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \text{جیب} = \text{ایک مستقل} = \mu$$

و زاویہ وقوع یعنی  $\sin$  ہے اور  $\theta$  زاویہ انعطاف یعنی  $\sin$  ہے۔ کسی مادے کے مطلق انعطاف نما سے مستقل (م) کی قیمت مراد ہے جب کہ روشنی کی شعاع خلا سے اس مادے میں داخل ہوتی ہے۔ روشنی ہوا سے نکل کر مادے میں داخل ہونے وقت مستقل کی جو قیمت ہوتی ہے اس میں اور مطلق انعطاف نما میں نہایت قلیل فرق ہے۔

جذب بے آواز انعطاف کے کلیون کی تصدیق ایک مستطیل شیشے کے کندے کو نقشہ کشی کے بڑے ٹاؤپر رکھو اور اس کے گرد باریک پتسل سے خط کھینچ کر کاغذ پر اس کا مقام معین کر دو۔ دو اپین

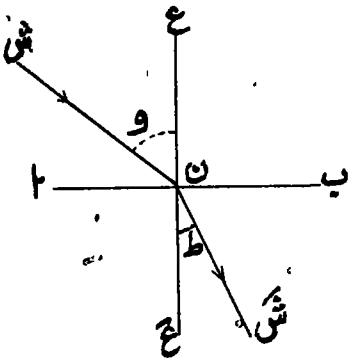
پارے کی سطح افقی ہوگی اسلئے اس چیز کے سرے اور اس کے خیال میں جو فاصلہ ہوگا، ارتفاع کا دو چند ہوگا۔ پس آلہ سدس سے اس چیز اور اس کے خیال کا زاویہ میلان نا پنے سے زاویہ ارتفاع (جو اس زاویہ کا نصف ہے) معلوم ہو جاتا ہے۔

### فصل (۳) مستوی سطحوں میں روشنی کا انعطاف

#### انعطاف کے کلیئے

جب روشنی کی شعاع ایک واسطہ سے نکل کر دوسرے واسطہ میں آتی ہے تو عموماً اسکی سمت تبدیل ہو جاتی ہے۔ اسی کا نام روشنی کا انعطاف ہے۔ منعطف شعاع کی سمت پر تمام ایزوٹروپک (مشادی استوی) واسطوں میں ذیل کے دو کلیئے حاوی ہیں۔

[نوٹ۔ ایزوٹروپک واسطہ سے مراد ایسی چیز ہے جس کے خواص ہر سمت میں یکساں ہیں۔ یعنی سمت کی تبدیلی کا خواص پر اثر نہیں پڑتا۔] کلیہ (۱) شعاع واقع سطح پر کا عمود اور شعاع منعطف تینوں ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔



شکل ۱۹ کلیہ انعطاف

کلیہ (۲) زاویہ وقوع کی

آلہ کی ضروری ترتیبوں کے لئے ترتیبی بیج  
 چھپا ہوتے ہیں۔ لیکن اس کتاب کی مشقوں میں پھر  
 فرض کر لیا جائیگا کہ خود آلہ بنانے والے نے  
 آلے کو ترتیب دیکر ٹھیک کر دیا ہے۔ 'السمت'  
 تجربہ (۱۹) آلہ سدس کے ذریعہ سے 'السمت'  
 کی پیمائش۔ آلے کے ذریعہ ایک ہی افقی مستوی کی  
 دو چیزوں کا زاویہ میلان ناپا جائے۔ سہولت کی  
 غرض سے دو روشن موم بتیاں یا برقی لمپ (جراغ)  
 استعمال کے جا سکتے ہیں۔ آلہ سدس کو ان چیزوں ہی  
 کے مستوی میں رکھنا چاہئے۔ دونوں چیزوں تک کے  
 فاصلے ناپ لئے جائیں اور ان فاصلوں اور ان کے  
 زاویہ میلان (ز) کے ذریعہ سے ان چیزوں کا فاصلہ  
 ایک دوسرے سے 'شمار کیا جائے'۔ بعد کو راست  
 طور پر ناپ کر اس فاصلہ کی تصدیق کر لیجائے۔ اس  
 سے زاویہ میلان کی صحت کا پتہ چلیگا۔  
 تجربہ ۲۰ آلہ سدس کے ذریعہ ارتفاع کی پیمائش۔  
 کسی دور کی چیز کا زاویہ ارتفاع ناپا جائے۔ اس چیز کا  
 پائیں تریں حصہ آلہ سدس کی سطح میں ہونا چاہئے۔ زاویہ  
 ارتفاع کو آلہ کے ذریعہ ناپ لینے کے بعد 'شمار کیا جائے' اور  
 آلہ اور اس چیز کے بیچ کے حصہ کے درمیانی افقی فاصلہ  
 کی 'مدد سے' ارتفاع شمار کرو۔ اگر ممکن ہو تو راست  
 ناپ کر اس ارتفاع کی تصدیق کر لو۔ اس سے بہتر  
 طریقہ کسی دور کی چیز کا ارتفاع ناپنے کا یہ ہے کہ  
 ایک کشادہ برتن میں پارہ ڈال کر شعاعوں کے انعکاس  
 سے دور کی چیز کے سرے کا خیال دیکھا جائے۔

جگہ کی سمت میں منعکس ہو جائیں اور پھر اُپری شیشے کے مفروض حصہ سے منعکس ہو کر دور میں داخل ہوں۔ تب دونوں دور کی چیزوں کا درمیانی زاویہ (یعنی ج ص اور بھ ج سمتوں کا زاویہ میلان) زاویہ ص ع ف ہے جو زاویہ ا ج د کا دو چند ہے۔ اور ا ج د وہ زاویہ ہے جس میں متحرک بازو ج د آئینہ (ج) کے محور کے گرد نشان صفر سے نکل کر گھومے۔

تجربہ (۱۷) کے نتیجہ سے یہ صاف ظاہر ہے اس لئے کہ منعکس شعاع ج گہ کی سمت مستقل رہتی ہے۔

حصائی عمل سے بچنے کے لئے قوس اب کی درجہ بندی عموماً اس طرح کیجاتی ہے کہ ہر ایک درجہ پر اس کا دہرا عدد لکھا جاتا ہے۔ اس سے زاویہ میلان قوس کے نشان پر پڑھ لینے سے راست معلوم ہو جاتا ہے۔ یعنی بعد کے نشان اور صفر کے نشان کا تفاوت زاویہ مقصود ص ع ف ہے۔

نتائج صحیح ہونے کے لئے شرائط ذیل کی تکمیل ضروری ہے:-

(۱) انڈکس کلاس یعنی نائندہ شیشے کا مستوی درجہ دار قوس کے مستوی پر عمودی ہو۔

(۲) دور میں کا محور قوس کے مستوی کا متوازی ہو۔

(۳) ہر دو دور کی چیزوں کے لئے جن کی سمتوں کا زاویہ میلان ناپا جاتا ہے نشان صفر ہی یقین ہوئی چاہئے۔ اس لئے کہ اس کی قیمت ان چیزوں اور آلہ سدس کے درمیانی فاصلے کے لحاظ سے بدلتی ہے۔

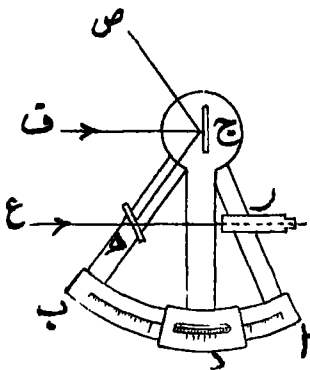
گزر کر دور ہیں میں بلا انحراف داخل ہوتی ہے۔ دور کی پنسل نمائندہ شیشے سے منعکس ہو کر افقی شیشے کے مفقوض حصے پر پڑتی ہے۔ وہاں سے منعکس ہو کر دور ہیں میں پہلی پنسل ہی کی سمت میں داخل ہوتی ہے۔ سب متوازی شعاعیں دور ہیں (د) کے وہاں سے ماسکی مستوی میں جمع ہو جاتی ہیں اور اس دور کی چیز کا صرف ایک خیال بنتا ہے۔ ایسی حالت میں آلے کے متحرک بازو کی علامت (یا نمائندہ) درجہ دار قوس کے صفر نشان پر آ جانا چاہئے۔ اگر کسی اور نشان (د) پر آئے تو اس کو لکھ لینا چاہئے۔ یہ نشان آلے کے صفر کا نشان کہلاتا ہے۔ اب اگر متحرک بازو (اس کے آئینے ج سمیت) ایک چھوٹے زاوے میں گھمایا جائے تو آئینے سے منعکس ہونے والی شعاعیں دور ہیں میں پہلے سے جدا گانہ سمت میں داخل ہونگی۔ پس ان سے پیدا ہونے والا خیال راست نظر آنے والے (یعنی ج سے منعکس ہو کر بننے والے) خیال سے کسی قدر صفا ہوا نظر آئیگا۔

فرض کرو کہ  $\angle$  اور  $\angle$  سمتوں میں دکھائی دینے والی دور کی دو چیزوں کے درمیانی زاویہ کی پیمائش مقصود ہے۔ آلہ سدس ایسی وضع میں رکھا جائے کہ دور ہیں کا رخ راست ایک چیز کی طرف سمت  $\angle$  میں ہو۔ اس شے سے شعاعیں افقی شیشے کے غیر مفقوض حصے میں سے گزر کر دور ہیں میں آئیں گی۔ آئینہ (ج) (متحرک بازو کے ساتھ) گھمایا جائے حتیٰ کہ سمت میں آنے والی شعاعیں



گرد گہوم سکتا ہے۔ اس پر ایک علامت اور کسر  
نیمہ (د) نصب ہیں۔ ایک مماسی پیچ والے شکنجے کے  
ذریعہ سے اس بازو کو دیہی رفتار دیا جاسکتی ہے۔  
(ج) کے پاس ایک مستوی آئینہ ہے جسکو اندکس  
گلاس (نمائندہ شیشہ) کہتے ہیں، اور جو متحرک بازو  
پر استادہ ہے اور اس کے ساتھ گہومتا ہے۔  
آئینہ کی سطح درجہ دار قوسی سطح پر عمودی ہونی  
چاہئے۔ (بھ) پر ایک شیشے کی تختی نصب ہے جس کا

صرف نیچے کا آدھا حصہ  
مقفض ہے۔ اسکی سطح  
بھی قوس کی سطح پر



شکل (۱۸) آلہ سندس

عمود وار ہے اور  
اس کو افقی شیشہ کہتے  
ہیں۔ عموماً اس آلے  
کے ساتھ چند گہرے  
رنگ کے شیشے کی تختیاں  
بھی ہوتی ہیں جو آفتاب  
کی روشنی کی حدت  
گھٹانے کے لئے استعمال کی

جاتی ہیں۔

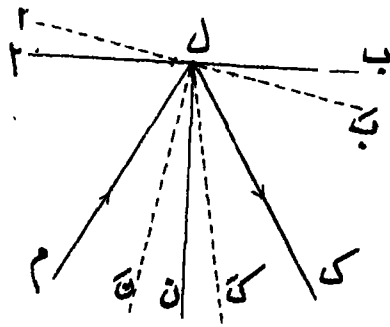
جب نمائندہ شیشہ افقی شیشے کا ٹھیک متوازی  
ہوتا ہے تو در کی کسی چیز کی شعاعیں دو رین (ر)  
میں (جو ج ۱ بازو پر استادہ کیجاتی ہے) دو جدا گانہ  
راستوں سے داخل ہو سکتی ہیں۔ متوازی شعاعوں  
کی ایک پمنسل افقی شیشے کے غیر مقفض حصے میں سے

شعاع کے گھومنے کا زاویہ، گنیا سے ناپ لئے جائیں۔  
 آئینے کو متعدد وضعوں میں کھڑا کر کے اسی طرح  
 عمل کیا جائے اور ان کے نتائج ایک جدول میں  
 درج کئے جائیں۔  
 یہ بھی ثابت کرو کہ اگر منعکس شعاع کی سمت  
 مستقل رکھی جائے اور آئینہ کو پھلے ایک وضع  
 میں کھڑا کر کے ایک چیز دیکھی جائے اور اس کے  
 بعد اُس کو زاویہ (ز) میں گھما کر کوئی دوسری  
 چیز دیکھی جائے تو ان کی سینٹیں آئینے کے محور  
 متویل پر زاویہ (۲ز) بنائیں گی۔

### آلہ سدس

یہ آلہ دور کی دو چیزوں کے زاویہ مفارقت  
 کی پیمائش کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ زاویہ  
 مفارقت سے مراد وہ زاویہ ہے جو کسی دیکھنے  
 والے کی آنکھ کو اُن دو چیزوں سے طمانے  
 والے، خطوط کے مابین واقع ہوتا ہے۔ زیادہ تر  
 اُس کو فن جہاز رانی میں آفتاب، یا کسی ستارہ  
 کا ارتفاع ناپنے کی غرض سے استعمال کرتے ہیں۔  
 تجربہ (۱۸) آلہ سدس کی ترتیب۔ اس کو  
 بغور ملاحظہ کرو۔ اب تقریباً ۶۰ درجہ کی ایک  
 درجہ دار قوس ہے جس کے ساتھ دو قائم اور  
 نیم قطری بازو آ اور ج ب لگے ہوئے ہیں۔  
 ایک تیسرا بازو ج د قوس کے مرکز (ج) کے

منعکس شعاع ہے، اور لن آئینہ کی سطح پر کا عمو د۔ جب آئینہ ایک معین زاویہ میں گہوم جاتا ہے تو فرض کرو ابھی حروف پر زبر کی علامت لگا کر شعاعوں و عینہ کی نشان دہی کی جاتی ہے۔ انعکاس کے کلیوں سے طالب علم باسانی ثابت کر سینگے کہ لن کے یعنی منعکس شعاع کے گہومنے کا زاویہ لن لن یعنی آئینے کے گہومنے کے زاویہ کا دو چنڈ ہے۔ تجربہ (۱۷) گہومتے ہوئے آئینہ میں روشنی کی شعاع کا انعکاس۔ تجربہ کی مدد سے شعاعوں کے راستوں کو اپنیوں کے ذریعہ بتا کر یہ ثابت کر سکتے ہیں کہ منعکس شعاع آئینے کے زاویہ تحویل سے دو چنڈ زاویہ میں گہوم جاتی ہے۔ دو اپنیوں کے ذریعہ واقع شعاع ام لن کی سمت اور دوسرے دو کے ذریعہ منعکس شعاع لن کی سمت بتائی جائے۔ عاکس سطح کی وضع بھی خط ہینج کر بتائی جائے۔ ایسے کے بعد آئینے کو ایک معین زاویہ میں گہاؤ اور پھلے کی طرح اپنیوں کے ذریعہ منعکس شعاع کی نئی سمت معلوم کر لی جائے۔ آئینہ کی تحویل کا زاویہ اور منعکس



شکل (۱۷)  
آئینہ کی تحویل

اِن کے زاویہ میلان میں کسی مقام پر ایک اپن نصب کرو اور اُن تمام خیالوں کے مقام دریافت کرو جو روشنی کے انعکاس سے آئینوں میں دکھائی دیتے ہیں۔ بتاؤ کہ یہ سب کے سب ایک دائرے کے محیط پر واقع ہیں جس کا مرکز آئینوں کے تقاطع کا نقطہ ہے، اور اگر زاویہ میلان (ز) درجہ ہو تو خیالوں کی تعداد (نمبر ۳-۱) ہے۔

ایک خیال دونوں آئینوں کے عقب کے زاویے میں دکھائی دیگا۔ جن شعاعوں کے ذریعہ یہ خیال نظر آئیگا اُن کو، اپن سے دیکھنے والے کی آنکھ تک، خطوط کھینچ کر بتاؤ۔ امتیاز کی غرض سے ہر ایک خیال پر مناسب نشان لگایا جائے مثلاً ایک آئینہ میں ایک ہی انعکاس سے اگر خیال پیدا ہو تو اس کو خا کہا جائے۔ دوسرے آئینہ میں ایک ہی انعکاس سے پیدا ہو تو خ ۲ اور اگر پھلے آئینہ میں دوبار انعکاس اور دوسرے میں ایک بار انعکاس ہو کر بنے تو خ ۳ وغیرہ۔

### مستوی آئینہ کی تحویل

جب کوئی آئینہ ایسے محور پر گھرایا جائے جو سطح وقوع پر عمود وار ہو، تو شعاع منعکس آئینے کے زاویہ تحویل سے دو چند زاویہ میں گھوم جاتی ہے۔ فرض کرو اب مستوی آئینہ کی ابتدا فی وضع ہے۔ شکل (۱۷)۔ واقع شعاع اور اس

تقریباً  $\frac{2}{3}$  فاصلہ پر یلینگے۔ ان کے ملنے کے مقام کو سطح عاکس کا معادل تصور کرنا چاہئے۔  
مستوی آئینہ میں کسی شے کا خیال بنتا ہے تو آئینہ کے پیچھے اسی قدر دور رہتا ہے جس قدر شے آئینہ کے سامنے ہوتی ہے۔

تجربہ (۱۵) مستوی آئینہ سے پیدا ہونے والا خیال۔  
ایک اپن کو ایک مستوی آئینہ کے سامنے کسی مقام پر کھڑا کر دو۔ جہاں اس کا خیال نظر آتا ہے وہاں ایک دوسرے اپن کو کھڑا کر کے آئینے کے اوپر سے دیکھو۔ اگر پھلے اپن کے خیال اور دوسرے اپن میں اختلاف منظر پایا جائے تو دوسرے اپن کو اس کے مقام پر سے اٹھا کر کسی دوسرے مقام پر کھڑا کر دو۔ حتیٰ کہ اس آزمائش سے ایک ایسا مقام ہاتھ آئے کہ دوسرے اپن کو وہاں کھڑا کرنے سے وہ پھلے اپن کے خیال کے ساتھ کہیں سے بھی ایک سیٹ میں نظر آئے۔  
یہی مقام پھلے اپن کے خیال کا مقام ہے۔ پھلے اپن سے معادل عاکس سطح کا عمودی فاصلہ ناپو، اور نیز اس کے خیال کا عمودی فاصلہ اسی سطح سے۔ یہ دونوں تقریباً مساوی ہونا چاہئے۔  
ان کو اپنی مشقی بیاض میں لکھ لو۔

دو مستوی آئینوں کی سطحیں جب باہم دیگر ایک زاویہ پر مائل ہوتی ہیں تو روشنی کے انعکاس سے خیالوں کا ایک سلسلہ بنتا ہے۔

تجربہ (۱۶) مائل مستوی آئینے۔ دو خط مستقیم ایک افقی وضع کے کاغذ پر ایک دوسرے پر (۱) ۹۰ درجہ پر (۲) ۶۰ درجہ پر مائل کہیں۔ ان خطوں پر دو مستوی آئینوں کو استادہ کر دو۔

شعاع کا پتہ چلیگا۔ اگر آئینہ کی وضع نقشہ کشی کے تحتہ پر عمودی ہے تو ضرور ہو گا کہ اس اور قاپتوں کے پاؤں سے اور فاپنوں کے پاؤں کے ساتھ ایک مسلسل خط میں نظر آئیں۔ اس لئے کہ اس صورت میں آئینہ کا عمود نقشہ کشی کے تحتہ کے مستوی میں واقع ہوتا ہے، اور انعکاس کے پہلے کلیے کے بموجب شعاع واقع، شعاع منعکس اور آئینہ کا عمود تینوں ایک ہی مستوی میں ہونا چاہئے۔

فرض کرو کہ شعاعیں آئینہ سے نقطہ ل پر ملتی ہیں۔ نقطہ ل پر لائن آئینہ کے عمود وار کہیںچو۔ گنیا کے ذریعہ م ل ن اور ک ل ن زاوے ناپ لو۔ اور ل سے شعاعوں کی سیدھ میں ل ک اور ل م مساوی فاصلہ (مثلاً اسم) ناپو اور ک م کو ملاؤ۔ اگر ک ل ن اور م ن مساوی ہوں تو مثلث ک ل ن اور م ل ن متطابق ہیں اور م ل ن اور ک ل ن زاوے باہم مساوی ہیں۔ خطوط ک ل ن اور م ل ن کے طول ناپو اور نتائج قلبند کرو۔

انعکاس کے دوسرے کلیے کے ثبوت کے لئے واقع شعاع کی کم از کم دو اور قضیوں بدل کر بھی عمل دوہرایا جائے۔ ہر صورت میں زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاسی ہمیشہ سے مساوی پایا جانا چاہئے۔

اگر آئینہ موٹا ہے تو خطوط ع ف اور ص ق آئینہ کی سامنے کی سطح کے عقب میں شیشہ کی موٹائی کے

تجربہ (۱۴) انعکاس کے قواعد یا کلیوں کا عملی ثبوت۔ ایک  
مستوی آئینہ اور چند اپنوں کے ذریعہ سے ان قواعد کو  
اس طرح ثابت کر سکتے ہیں:-

نقشہ کشی کے کاغذ کو نقشہ کشی کے تختے پر جما دو۔

اور اس پر ایک آئینے کی پٹی انتصابی وضع میں کھڑا

کر دو۔ آئینہ انتصابی نالی کے ایک لکڑی کے کندے

میں کھڑا کیا جاسکتا ہے۔ اس کی سطح بالکل مستوی ہونی

چاہئے اور جتنا پتلا ہوگا اتنا ہی اچھا ہوگا۔ اگر ممکن ہو تو

ایسا آئینہ استعمال کیا جائے جس کے سامنے کی سطح پر چاندی

چڑھی ہوئی ہو۔

عکس سطح کا مقام بتانے کے لئے کاغذ پر ایک

خط کھینچو۔ تختے پر دو اپن ع، ف کھڑے کرو (شکل ۱۶)

آئینے میں دیکھنے سے ان کے خیال نظر آئینگے۔ ان کو ایسے

مقام پر رکھو جہاں سے یہ خیال ایک سیٹ میں نظر آئیں۔

اور دوسرے دو اپن

ص اور ق ان خیالوں

کے ساتھ ایک سیٹ

میں نصب کر دو۔ ع اور

ف کے مابین کافی فاصلہ

(۱۰ یا ۱۵ سنتی میٹر)

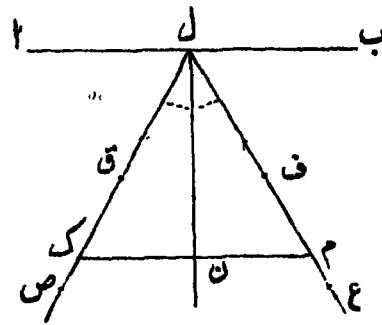
ہونا چاہئے۔ ص اور

ق میں بھی اتنا ہی مہلک

خط ع ف ایک واقع

شعاع بتائیگا۔ خط

ص ق سے اس کی منعکس



شکل (۱۶)  
انعکاس کے کلیے

پر منطبق ہوتے ہیں یا دونوں ایک سیٹ میں مسلسل ہوتے ہیں، تو ان میں اختلاف منظر نہیں ہوتا۔ دو جسم یا خیال منطبق ہیں یا نہیں دریافت کرنے کے لئے یہی امتحان کیا جاتا ہے۔ اگر اختلاف منظر پایا گیا تو مصرحہ بالاقاعدے سے معلوم کر لیا جاتا ہے کہ کونسا جسم یا خیال زیادہ فاصلہ پر واقع ہے۔ اس طریقہ کا نام طریقہ اختلاف منظر رکھا گیا ہے۔ اختلاف منظر کی مختلف مثالیں دیکھنے میں آتی ہیں۔ [مثلاً تیز رفتار ریل گاڑی کے دریچوں میں سے باہر کی طرف دیکھنے سے نزدیک اور دور کی چیزوں کی اضافی حرکت سے سارے منظر میں تقریباً دائری حرکت پیدا ہونے کا اشتباہ ہوتا ہے۔ مترجم]

## (فصل ۲) مستوی سطحوں سے انعکاس

### روشنی کے انعکاس کے کلیے

جب روشنی کی شعاع کسی صیقل کی ہوی سطح پر گرتی ہے تو اس کا انعکاس ان قواعد کے تحت ہوتا ہے :-  
 قاعدہ (۱) واقع شعاع، منعکس شعاع اور اس مقام پر سطح کا عمودیتنوں ایک مستوی میں واقع ہوتے ہیں۔  
 قاعدہ (۲) واقع شعاع اور عمود کا درمیانی زاویہ (زاویہ وقوع) مساوی ہوتا ہے منعکس شعاع اور عمود کے درمیانی زاویے کے (زاویہ انعکاس کے)۔



کی جاتی ہیں تو ایک کی دوسرے کے لحاظ سے، ایک خاص وضع نظر آتی ہے (جس کو ہم اضافی وضع کہہ سکتے ہیں) پھر جب ان کو دوسرے مقام سے معائنہ کرتے ہیں تو ان کی اضافی وضعوں میں فرق نظر آتا ہے۔ بطور مثال کے، قرینق کی دو ٹیکنوں کو ایک ٹینز پر کھڑا کرو۔ اور ان کو ایک ایسے مقام سے دیکھو کہ دونوں ایک سیٹ میں (ٹھیک ایک دوسرے کے پیچھے) نظر آئیں۔ اگر اب اس مقام سے ذرا سا سیدھے جانب ہٹ کر دیکھو گے تو زیادہ فاصلہ پر جو ٹیکن واقع ہوگی دوسری ٹیکن کے سیدھے جانب نظر آئیگی۔ اسی طرح اگر پچھلے مقام سے بائیں طرف ہٹ کر دیکھو گے تو دور کی ٹیکن نزدیک کی ٹیکن کے بائیں جانب نظر آئیگی۔ پس جو شے زیادہ فاصلہ پر ہوتی ہے، مشاہدہ کر نیوالا جس طرف حرکت کرتا ہے اسی طرف، کم فاصلہ کی شے کے لحاظ سے حرکت کرتی ہے۔

کم فاصلہ کی ٹیکن کو اس کی پہلی جگہ پر قائم رکھ کر دوسری کو اس کے نزدیک لیجاؤ اور ان کے ایک سیٹ میں نظر آنے کے مقام سے ان کو ایک جانب استنباطی فاصلہ ہٹ کر دیکھو جتنا پہلے ہٹا تھا۔ اب دور کی ٹیکن نزدیک کی ٹیکن کے لحاظ سے پہلے سے کم ہٹی ہوئی نظر آئیگی۔ اگر ایک ٹیکن دوسری کے ساتھ ایک سیٹ میں مسلسل کھڑا کر دی جائے تو جس کسی مقام سے معائنہ کرو گے دونوں ہمیشہ ایک سیٹ ہی میں دکھائی دینیگی۔ آئینوں یا عدسوں سے پیدا ہونے والے خیالوں پر بھی یہی اصول حاوی ہے۔ جب دو جسم ایک دوسرے

## روشنی یا نور

### پہلا باب

ہندسی نور کے کچلے

#### فصل (۱) اختلاف منظر

جب تک روشنی ایسے واسطے میں سے گزرتی ہے، جس کے خواص ہر مقام پر اور ہر مقام کی ہر ایک سمت میں، ایک ہی ہوتے ہیں، اس کا گزر خطوط مستقیم میں ہوتا ہے۔ روشنی کی اشاعت خطوط مستقیم میں ہونے کی وجہ سے اس کی شعاع (یعنی نہایت قلیل عمودی تراش کی پینسل) کو ایک ہندسی خط مستقیم سے تعبیر کیا جاسکتا ہے۔ کسی شے کے دکھائی دینے کی سمت، دیکھنے والے کی آنکھ میں داخل ہونی والی شعاع کی سمت پر منحصر ہوتی ہے۔ اختلاف منظر (پیرسکسن) کی اصطلاح سے، جو ابتداء ہیئت کے مشاہدوں کے لئے مخصوص تھا، اب کسی شے کا وہ ظاہری انتقال مکان مفہوم ہے جو مشاہدہ کرنے والے کی حقیقی تبدیلیں مقام کے باعث پیدا ہوتا ہے۔ جس مقام سے کسی شے کو دیکھتے ہیں اگر وہ بدل جائے تو اس شے کی ظاہری وضع میں بھی ایسی مناسبت سے تبدیلی واقع ہوگی۔ مثلاً اگر ایک مقام سے دو چیزیں معاہدہ

کے لئے، تار کا طول بالترتیب کیا ہوتا ہے۔ ایسا ہی ایک تار دو میٹر لمبائی میں ۵۰ ارتعاش کرنے کے لئے کیا تناؤ چاہئے شمار کرو۔

(۹) ایک معمولی، تنگ گردن کی دوائی کی بوتل دیجاتی ہے۔ اس کو بطور گمکے کے استعمال کرو۔ اور اس میں حسب ضرورت پانی ڈال کر گمک دینے والے ہوائی اسطوانے کا حجم تبدیل کر کے دریافت کرو کس حجم کا کیا تعدد ہوتا ہے۔ ایک منحنی کے ذریعہ گمک دینے والے اسطوانے کے حجم اور تعدد ارتعاش میں تعلق بتاؤ۔



## آواز پر مزید علی مشقین

(۱) دونلیاں دونوں طرف سے کھلی دی جاتی ہیں، ایسی کہ ایک نلی دوسری کے اندر پھنس کر جاسکتی ہے۔ ان کے مجموعے کے طول کو ٹھیک کر کے ایک دو شاخے کے ساتھ ملک دلاؤ۔ اور اس سے دو شاخے کے تعدد ارتعاش کی تعیین کرو۔

(۲) گرتی تختی کے ذریعہ دو دو شاخوں کے تعددوں کا مقابلہ کرو۔

(۳) ایک دی ہوئی شیشے کی سلاخ میں آواز کی رفتار دریافت کرو۔

(۴) معلوم تناؤ کی ہالت میں، ایک دی ہوئی رسی پر عرضی موج کی رفتار ناپ کر، اس کے ایک سنتی میٹر طول کی کثرت دریافت کرو۔

(۵) صوت پیما کے ذریعہ سے دو تاروں کے مادوں کی کشافوں کا مقابلہ کرو۔

(۶) صوت پیما کے ذریعہ دو دو شاخوں کے تعددوں کا مقابلہ کرو۔

(۷) دو پھیلیوں کے وزن کا، صوت پیما کے ذریعہ مقابلہ کرو۔

(۸) ایک تار کو، یکے بعد دیگرے، مختلف وزنوں کے ذریعہ تانؤ۔ اور دریافت کرو ان صورتوں میں، ایک معلوم تعدد کے دو شاخے کے ساتھ ہم سر ہونے

پیدا ہوتی ہیں۔ اُن کی وجہ سے آواز کی حدت میں جلد جلد تغیر محسوس ہوتے ہیں اور موسیقی رموز سے نا آشنا بھی اُن کو پہچان لیتا ہے۔

جب ضربیں اسقدر دیر دیر سے پیدا ہوتی ہیں کہ بعد کو چلکر پہچانی نہیں جاسکتیں تو سمجھنا چاہئے کہ اب سُر ملنے لگے۔ صوت پیما کے ساتھ تجربہ کرتے وقت تار کا طول تھوڑا تھوڑا بتدریج بدل کر ٹھیک کرنا چاہئے تاکہ ضربیں زیادہ زیادہ دیر سے پیدا ہوں۔ جب وہ تیسرہ نہو سکیں تو دونوں سُر متماثل سمجھے جاسکتے ہیں، یعنی آواز دینے والے جسموں کے تعدد مساوی ہیں۔ دوسرا طریقہ، جبکہ تار افقی وضع میں ہوتا ہے،

یہ ہے کہ تار کے مقام وسط پر کاغذ کا چھوٹا راکب رکھا جاتا ہے۔ صوت پیما کے دوسرے تار کو مرتعش کرنے سے، یا دو شاخے کو مرتعش کر کے صوت پیما کے تختے پر کھڑا کرنے سے، کاغذ کا راکب حرکت کرنے لگیگا، بشرطیکہ تار کا سُر مرتعش جسم کے سُر کے قریب ہو۔ اگر دونوں سُر بالکل ملجائیں تو راکب کو ہیمان ہوگا۔ پس تار کے طول کو بتدریج بد لکر راکب کی حرکت پر نظر رکھنے سے اس کے سُر کو دئے ہوئے سُر کے ساتھ ملا سکتے ہیں۔

$$\text{جیسے } \frac{1}{2} \text{ ط ل} = \text{ع} \quad \left| \frac{\text{ت}}{\text{ط}} \right|$$

$$\text{ف} = \frac{\text{ت}}{\text{ط}^2 \text{ع}^2} \quad \text{دیگرہ وغیرہ}$$

انکی صحت میں کلام نہیں، لیکن انکا یاد رکھنا حافظہ پر غیر ضروری بوجھ ہے۔ جو نتائج ان میں شامل ہیں، سب کے سب، اس اساسی مساوات سے باسانی نکل آتے ہیں:

$$\text{ع} = \frac{1}{2} \left| \frac{\text{ت}}{\text{ط}} \right|$$

یہ مساوات ابتدائی اصول کے ذریعہ بالراستہ اخذ ہوتی ہے۔ جیسا کہ صفحہ (۲۷) پر بتایا گیا ہے، اس کا اخذ کرنا نہایت آسان ہے۔

(فصل ۳) بنیٹھا موسیقی لات کو ہم سے متعلق

دو موسیقی آلون کو ہم سے کرنے میں (مثلاً ایک دوشاخہ اور ایک تار کو، یا دو تاروں کو) اگر طال علم کا کان موسیقی رموز سے آشنا نہ ہو، تو دقت پیش آتی ہے۔ ایسی صورت میں سُر ملنے کی شناخت بعض طریقوں سے کیجاتی ہے جو گمگ کے اصول پر مبنی ہوتے ہیں۔ ایک طریقہ ضربوں کے ذریعہ ہے۔ جب سُر ملنے کے قریب ہوتے ہیں ان کے درمیان ضربیں

کی کمیت ہے اگر تار کی معمولی تراش کا نصف قطر (ط)

$$\text{ہو تو} \quad \text{ک} = \frac{\text{ط}^2}{\text{ث}}$$

جس میں (ث) سے مراد تار کی کثافت ہے۔ پس اگر تار کا نصف قطر کسر پیمانیچ سے ناپ لیا جائے تو (ث) کی تعیین ہو سکتی ہے۔ (۱۳) ایک دئے ہوئے وزن کی تعیین، صوت پیمائے ذریعہ۔ صوت پیمائے ذریعہ کے ایک غیر معلوم وزن (مثلاً ایک تھیلی سیسے کی گولیوں سے بھری ہوئی) کی تعیین بھی ایک مفید مشق ہو سکتی ہے۔ معلوم تعداد کے ایک دوشاخے کے ساتھ، ل سم طول کے ایک تار کو دئے ہوئے غیر معلوم وزن کے ذریعہ تان کر ہم سر کیا جائے۔ قبل از قبل تار کے ایک کافی بلے طول کو تول لیکر اس کی کمیت فی سنتی میتہ در یافت کر لیا جائے۔ چونکہ

$$\text{ع} = \frac{\text{ل}}{\text{ث}}$$

اور ع، ل اور ک کی قیمتیں معلوم ہیں لہذا (ث) کی قیمت شمار ہو سکتی ہے۔ اگر وزن (و) گرام ہو تو ث = و ج

$$\text{پس و} = \frac{\text{ث}}{\text{ج}}$$

جس سے وزن کی تعیین ہو جاتی ہے۔ نوٹ۔ طالب علم کو چاہئے ایسے ضابطوں سے پرہیز کریں۔

اس تار کا کیا طول (ل) سم ہم سر ہوتا ہے دریافت کرو۔  
 تار کا ایک لمبا ٹکڑا کاٹ کر تول لو۔ اور اس کی  
 قیمت فی اکائی طول (ک گرام فی سم) معلوم کر لو۔  
 پھر تار کا تعدد ارتعاش ضابطہ ذیل سے شمار کرو۔  
 دوشاخہ کا تعدد بھی نہیں ہوگا۔

$$ع = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{ت}{ل}}$$

ان نتائج پر مختلف تجربے ترتیب دئے جاسکتے ہیں۔  
 ذیل میں چند مشقین دیجاتی ہیں جو تاروں کے ارتعاش  
 پر وضع کی گئی ہیں۔  
 تجربہ (۱۲) ایک تار کے مادے کی کثافت کی  
 یقین، صوت پیمائے کے ذریعہ۔ اس یقین میں تار کو صوت  
 پیمائے کے تحت پر سے علیحدہ کرنا نہیں چاہئے۔ ایک معلوم  
 تعدد کا دوشاخہ دیا جاتا ہے۔ معلوم قوت سے تار کو  
 تالو۔ اور اس کا کیا طول دئے ہوئے دوشاخے کے  
 ساتھ ہم سر ہوتا ہے دریافت کرو۔

$$مسادات \quad ع = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{ت}{ل}}$$

ع کی قیمت دی ہوئی ہے۔ بت معلوم ہے اور ل کی  
 پیمائش ہو لیتی ہے۔ پس ک کی قیمت شمار ہو جاتی ہے۔  
 چونکہ (ک) ایک سم لمبے فلزی اسطوانے



اس سے ہر ایک تار کا تعدد (ع) معلوم ہو جاتا ہے جب کہ ان کے مساوی طول ایک ہی تناؤ کی حالت میں ارتعاش کریں گے۔

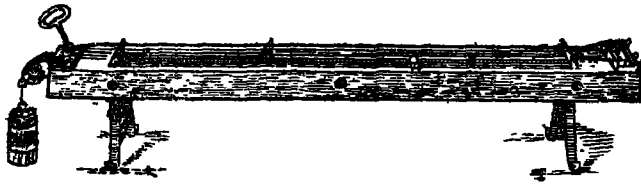
بتا دو کہ ع تاک کی قیمت ہر ایک تار کے لئے غیر متبدل ہے۔ یعنی ع متناسب ہے  $\frac{1}{\text{تاک}}$  کا۔  
نتیجہ اس طرح لکھا جائے:-

$$\text{قائم تار کا تعدد} = ع$$

| قائم تار کے ساتھ دوسرے تار کے طول ہم سر ہو ہیں | ہر ایک تار کی کثرت فی اکائی طول | ہر ایک تار کے طول کا حسابی عمل جسکے تناؤ وہی ہوتا ہو | ع تاک     |
|------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|-----------|
| ل ۱ ل ۲ ل ۳ وغیرہ                              | ک ۱ ک ۲ ک ۳ وغیرہ               | ع ۱ ع ۲ ع ۳ وغیرہ                                    | ع تاک     |
| ل ۱ =                                          | ک ۱ =                           | ع ۱ =                                                | ع تاک ۱ = |
| ل ۲ =                                          | ک ۲ =                           | ع ۲ = $\frac{ل ۲}{ل ۱}$                              | ع تاک ۲ = |
| ل ۳ =                                          | ک ۳ =                           | ع ۳ = $\frac{ل ۳}{ل ۱}$                              | ع تاک ۳ = |

جدول کے آخری خانہ کے عدد مستقل پائے جائیں گے۔  
یعنی ع متناسب ہے  $\frac{1}{\text{تاک}}$  کا۔  
تجربہ (۱۱) صوت پیدا کرنے کے ذریعہ مطلق امتداد کی تعیین۔  
ایک تار کو معلوم قوت (ت ڈائیں) لگا کر چٹا نوچ جس  
دو شاخے کے تعدد کی تعیین مقصود ہو اس کے ساتھ

پھر اس تار کو صوت پیدا کرنے سے نکال لے کر  
دوسرا تار چڑھا دو۔ لیکن اس کو پھلے وزن ہی کے  
ذریعہ تانو۔ پھر آواز نکالو قائم تار کے ساتھ اس کا  
کیا طول ہم سر ہوتا ہے۔



شکل (۱۵)

صوت پیدا کرنے کا وضع میں

یہی عمل تین یا چار مختلف تاروں کے ساتھ دو ہزار  
جو مختلف مادے اور مختلف قطر کے ہوں۔  
بعد ازاں ہر ایک تار کو (یا اس کے کافی لمبے  
تکڑے کو) تول لو اور اس کا طول ناپ کر کیسٹ  
فی اکائی طول شمار کرو۔  
پھر (د) کے نتیجہ کے ذریعہ حسابی عمل سے دریافت  
کرو ایک ہی نتاوی کی حالت میں ہر ایک تار کا تعدد  
کیا ہوتا ہے اگر اس کا طول پھلے تار کے طول کے مساوی  
ہوتا ہے۔

حالت میں شمار ہو سکتا ہے۔  
 اسی طرح طول ل کا امتداد ع س = ع ۱ ل س ہوگا  
 جبکہ تناؤ ت س کر دیا جاتا ہے۔ اسطور پر ع س ع ۱ ل س وغیرہ  
 شمار کر کے نکالو اور بتاؤ کہ تعدد (ع) متناسب ہے  
 رات کے ساتھ۔  
 مشاہدات وغیرہ کے نتائج کو ذیل کی جدول کی طرح لکھو:-  
 قائم تار کا تعدد = ع ۱

| تار کا تناؤ گرام<br>وزنوں میں<br>ت | تار کا طول جو تعدد<br>ع ۱ کا سر دیتا ہے<br>ل | طول ل ہو تو سُر<br>کیا ہوگا حسابی عمل سے<br>ع = ع ۱ ل ۲ وغیرہ | رات<br>ع    |
|------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------|
| ت ۱ =                              | ل ۱ =                                        | ع ۱ =                                                         | رات ۱ = ع ۱ |
| ت ۲ =                              | ل ۲ =                                        | ع ۲ = ع ۱ ل ۲                                                 | رات ۲ = ع ۲ |
| ت ۳ =                              | ل ۳ =                                        | ع ۳ = ع ۱ ل ۳                                                 | رات ۳ = ع ۳ |

جدول کے آخری خانہ کے عدد مستقل پائے جائیں گے۔  
 یعنی متناسب ہے رات کا۔  
 تجربہ (۱۰) تار کی کثیت فی اکائی طول کے ساتھ اس کے  
 تعدد کی تبدیلی۔ تار کو صوت پیدا کر ایک مقررہ وزن  
 کے ذریعہ تان دو۔ اور دیکھو قائم تار کے ساتھ  
 اس کا کیا طول ہم سہ ہوتا ہے۔

نہیں کیجائیگی بلکہ تار کے طول اور تناؤ دونوں کو تبدیل کر کے اوپر جو تجربہ بیان ہوا ہے اس کے نتیجہ کے لحاظ سے حسابی عمل کیا جائیگا جس سے تار کے امتداد پر اس کے طول کی تبدیلی کا اثر دریافت ہو جائیگا۔ پس محض تناؤ کی تبدیلی کا اثر اس کے امتداد پر کیا ہوتا ہے معلوم ہوتا ہے۔

تجربہ (۹) تناؤ کی تبدیلی کے ساتھ امتداد کی تبدیلی کی یقین۔ صوت پیما کے دوسرے تار کا تناؤ بدل کر دیکھو اس کے کون کون طول قائم تار کے ایک مقررہ طول کے ساتھ اس کے مستقل تناؤ کی حالت میں ہم سر ہوتے ہیں۔ فرض کرو یہ تناؤ بالترتیب  $L_1, L_2, L_3$  ت  $L_4$  وغیرہ ہیں اور طول  $L_1, L_2, L_3, L_4$  وغیرہ۔

تار کے طول کو مستقل رکھ کر امتداد پر محض تناؤ کی تبدیلی کا اثر دریافت کرنے کے لئے تجربہ (۸) کے نتیجہ سے اس طرح عدد لیجاتی ہے۔

فرض کرو جب تار کا طول  $L$  تھا اور تناؤ  $T$  تھا تو امتداد  $E$  تھا۔ اس تناؤ سے جب طول  $L_1$  لیا گیا تو امتداد  $E_1$  ہی رہنے کے لئے تناؤ کو بدل کر  $T_1$  کرنا پڑا۔ اگر پھلے کی طرح تار کا وہی طول یعنی  $L$  بحال رہتا تو تناؤ  $T$  کی حالت میں امتداد بدل جاتا۔ اگر اس کو  $E$  قرار دیا جائے تو

$$E = \frac{L_1}{L} \cdot E$$

پس طول  $L$  کے تار کا امتداد  $E$  تناؤ  $T$  کی

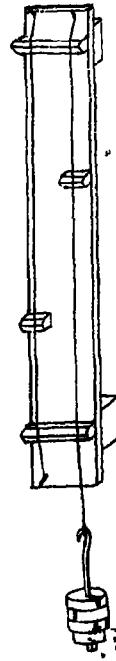


ہوتا ہے اور اس کا تناؤ پلڑے کی باٹوں کے ذریعہ ترتیب دیا جاتا ہے۔ اگر تختہ افقی وضع میں لٹایا جائے تو تار کو ایک چرخ پر سے لیجانا پڑتا ہے تاکہ پلڑا سیدھا لٹکے۔ اس سے تار کے تناؤ کا پلڑے کی باٹوں سے صحیح پتہ نہیں چل سکتا کیونکہ چرخ سے رگڑ بہت ہوتی ہے۔ بدیں وجہ صوت پیماکو انتہائی وضع ہی میں استعمال کرنا مناسب ہے۔

تاروں کے لئے ایک ایک غیر قائم گھوڑی بھی استعمال کی جاتی ہے۔ اس کو تاروں کے نیچے سرکانے سے ان کے ریش ہوں کا طول تبدیل ہوتا ہے جس سے ان کے سروں کا امتداد بدل دیا جاسکتا ہے۔

تجربہ ۸۔ تار کے طول کے ساتھ امتداد کی تبدیلی۔ صوت پیماکو انتہائی وضع میں لٹکاؤ اور قائم تار کے تناؤ کو کبھی سے کہوئی پھیر کر ترتیب دو تاکہ تار کو

چھیرنے سے ایک موسیقی سر نکلے۔ معلوم تعدد ارتعاش کے چند دو شاخے ہو۔ اور متحرک گھوڑی کو حسب ضرورت صاف کرنا ہونے سے تار کے طول دریافت کرو۔ جو باری باری سے ایک ایک دو شاخے کے ساتھ



شکل (۱۴)

انتہائی صوت پیماکو

جہاں (ل) سے مراد تار کا طول ہے، اس لئے ارتعاش کا وقت دو دران

$$و = \frac{ل}{صوت}$$

پس تعدد ارتعاش  $ع = \frac{1}{و} = \frac{1}{ل} \times صوت$

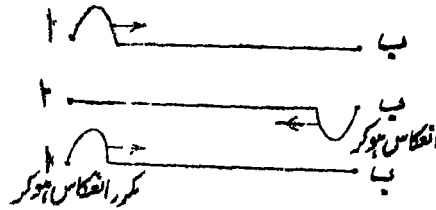
اس مساوات سے تنے ہوئے تار کا تعدد ارتعاش شمار ہو سکتا ہے، اگر ل، ت اور ک کی قیمتیں معلوم ہوں۔

### صوت پیمایا کتارا

صوت پیمایا ایک آلہ ہوتا ہے جس میں ایک تختہ پر دو گھوڑیاں مضبوط بٹھا دی جاتی ہیں۔ ان پر سے ایک یا ایک سے زیادہ تار تانے جاتے ہیں۔ تاروں کے ایک ایک سیرے پر حلقہ بنا کر ایک ایک گھونٹی میں پہنایا جاتا ہے جو تختہ پر ایک گھوڑی کے پاس نصب کی ہوئی ہوتی ہے۔ ایک تار کا دوسرا سیرا دوسری گھوڑی کے پاس کی ایک گھونٹی پر پٹیٹ کر تار کو عام طور پر ہمیشہ کے لئے قائم کر دیا جاتا ہے۔ گھونٹی کو کبھی سے پھیرنے سے تار کا تنا و حسب ضرورت گھٹ بڑھ سکتا ہے جس سے تار کے سر کا امتداد ٹھیک ہو جاتا ہے۔ دوسرے تار کا دوسرا سیرا ایک پلڑے سے باندھ دیا جاتا ہے۔ یہ تار بھی دونوں گھوڑیوں پر بتنا ہوا

### فصل (۲)۔ تنے ہوئے تار کے مقیم ارتعاش

اگر ۱ اور ۲ دو نقطوں کے بیچ میں ایک تار تانا جائے (شکل ۱۳) اور تار کے کسی مقام پر بھی 'خل' پیدا کیا جائے تو 'خل' تار پر سفر کرتا ہوا اس کے ایک سرے تک جائیگا۔ وہاں منعکس ہو کر دوسرے سرے کی طرف جائیگا۔



شکل (۱۳)

'خل' کا انعکاس تنے ہوئے تار کے سروں سے

انعکاس سے اس کی شکل آلت جائیگی۔ جب وہ تار کے دوسرے سرے پر پہنچے گا وہاں پھر انعکاس ہو گا جس سے 'خل' اپنی ابتدائی شکل میں واپس لوٹ آئیگا۔ یعنی 'خل' تار کا فاصلہ دو بار طے کرنے کے بعد تار کی حالت (بمطابق حرکت وغیرہ) وہی ہوتی ہے جو 'خل' کے آغاز کے وقت تھی۔ بالفاظ دیگر جب 'خل' تار پر سے ایک مرتبہ ایک سمت میں اور دوسرے مرتبہ مخالف سمت میں پورا طول طے کرتا ہے تو تار کے ارتعاش کا ایک پورا دور بھی تکمیل کو پہنچتا ہے۔ چونکہ اشاعت موج کی رفتار  $v$  ہے اور ایک کامل دور میں موج تار پر فاصلہ  $(۲l)$  طے کرتی ہے،



مرتبہ جانے کے لئے کتنا وقت صرف ہوتا ہے۔ اس میں کیسٹ کی دقت محسوس نہو گی، اس لئے کہ 'خلل' ڈوری پر سے حرکت کرتا ہوا صاف نظر آئیگا۔ وقت چلر کئی گھڑی کے ذریعہ شمار ہو سکتا ہے۔

اگر پلڑا اور اس میں جو وزن رکھا گیا ہے دونوں ملکر (د) گرام ہوں تو ڈوری کا تناؤ

(ت) =  $\frac{ت}{ج}$  و ج ڈائیں

ایسی ہی ایک ڈوری کے ایک معلوم طول کو تول کر اس کے ایک سنتی میٹر کی کیسٹ دریافت کرو۔  
خلل کی حرکت مشاہدہ کرنے سے موج کی جو رفتار شمار ہو گی  $\frac{ت}{ج}$  سم فی ثانیہ کے مساوی ہو گی۔  
تجربہ (۷) ایک غیر معلوم کیسٹ کی یقین موج کی رفتار کے مشاہدہ سے۔ اس سے پیشتر کے تجربہ میں جو ڈوری استعمال ہوئی تھی اس کے ایک سرے سے دریافت طلب کیسٹ کا وزن لٹکاؤ۔ اور پھلے کی طرح ڈوری پر سے 'خلل' کی رفتار معلوم کرو۔ اور ان مساواتوں سے وزن کی کیسٹ شمار کرو۔

(غیر معلوم) کیسٹ و =  $\frac{ت}{ج}$

اور ت =  $\frac{ت}{ج}$  مساوی

اس کے بعد ترازو میں اس وزن کو تول کر موج کی رفتار کے تجربہ سے جو نتیجہ ماخوذ ہوا ہے اس کی صحت کا مقابلہ کرو۔

## تیسرا باب

تنے ہوئے تار کا عرضی ارتعاش

فصل (۱) عرضی موجوں کی اشاعت تنے ہوئے تار پر سے

تنے ہوئے تار پر سے عرضی موج کی رفتار کے لئے حسب ذیل ضابطہ مستنبط ہوتا ہے۔

$$v = \frac{F}{\mu}$$

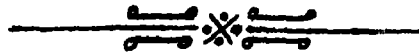
جس میں (F) سے مراد تار کو تاننے والی قوت ہے اور (μ) اس کی کمیت فی اکائی طول۔

اگر (F) پونڈل میں تاپنی جائے اور (μ) پونڈ فی فٹ ہو، تو رفتار (F) فی ثانیہ میں شمار ہوگی۔ اور اگر (F) ڈائنوں میں محسوب ہو اور (μ) گرام فی سنتی میٹر ہو، تو رفتار سنتی میٹر فی ثانیہ حاصل ہوگی۔

تجربہ (۶) تار پر سے موج کی رفتار کی تعیین۔  
ایک کٹی میٹر لمبی ڈوری کا ایک ہرا باندھ دو اور دوسرے سرے کو ایک چرخہ پر سے پھیر کر اس سے ایک ترازو کا پلڑا لٹکاؤ۔ پلڑے میں مختلف وزن کی بانٹیں رکھ کر ڈوری کو تانؤ۔ پھر اس کو اس کے ایک سرے کے قریب چھتر کر (یعنی یکا یک ذرا سا جھٹکا دیکر) دیکھو جو خصل ڈوری پر حرکت کرتا ہے۔ ایک سرے سے دوسرے سرے تک ۱۰ یا ۱۵

ضربیں گنتا ممکن ہو گنوا اور وقت کا شمار چکر گنتی گھڑی سے  
کر و۔

پھر وزن کو شاخ کے دوسرے مقاموں پر  
کس کر باندھ کر بھی عمل دوہرا و۔ اور تہ سیمی طریقہ سے  
منحنی کہینچکر، سرے سے وزن کے فاصلہ اور ضربوں کی  
تعداد فی ثانیہ میں تعلق ظاہر کر و۔

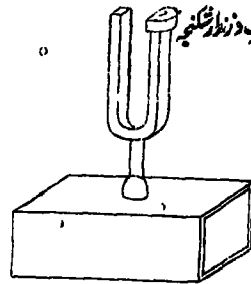


مخالف۔ جب ہمیشہ موافق نہیں آواز میں غیر معمولی حدت پیدا ہوئی اور جب مخالف تہیں تب خاموشی کی حد تک پہنچی۔ بالفاظ دیگر فی ثانیہ ن = عا۔ عا م ضربیں پیدا ہوتی ہیں۔

جب دو سر قریب قریب مساوی ہوتے ہیں ضربیں لمبے وقفوں سے سنائی دیتی ہیں اس لئے ان کی شناخت مشکل ہوتی ہے۔ اس کے برعکس جب ضربوں کی تعداد فی ثانیہ چار سے بڑھ جاتی ہے تو ان کا گنتنا مشکل ہو جاتا ہے۔ جب ضربیں اس قدر جلد جلد پیدا ہوتی ہیں کہ فرداً فرداً محسوس نہیں ہو سکتیں تو آواز میں ڈسکورڈ یا ڈسٹوننس، یعنی ناہمواری کی پیدا ہوتی ہے۔

تجربہ (۵)۔ سر کے دو شاخوں سے ضربوں کی پیدائش۔ تقریباً ایک ہی سر کے دو دو شاخوں کو ان کے بول بکسوں

یا گمک کے صندوقوں پر کھڑا کر دو انہیں سے ایک دو شاخ کا قعدہ ایک متحرک وزن کے ذریعہ جو شاخ کے کسی مقام پر بھی خشکجہ سے کس کر باندھ دیا جاسکتا ہے، حسب منشاء تبدیل ہو سکتا ہے۔ دیکھو شکل (۱۲)



شکل (۱۲)۔ سر کے سے ایک معین جلیہ پر سر کا دو شاخہ چمچ وزن چھپان کیا گیا ہے۔ وزن کو شاخ سے کس کر باندھ دو۔ اور دونوں دو شاخوں کو متعیش کر کے جو ضربیں پیدا ہوتی ہیں ایک مقررہ مدت میں انکی تعداد گن لو۔ ضربوں کی تعداد فی ثانیہ دریافت کرنے کے لئے جتنی

ان تعددوں کے تفاوت کے مساوی ہوتی ہے۔ یعنی  
 $n = 1 - 2$ ۔

اصول متداخل سے یہ نتیجہ ثابت کیا جاسکتا ہے۔  
 دونوں موجوں کی رفتار ایک ہے صرف موجوں کے  
 طولوں میں خیف یا فرق ہے۔ جہاں دونوں موجوں  
 کی ہیئتیں موافق ہوتی ہیں وہاں ایک موج کو دوسری  
 سے تائید ہوتی ہے۔ لیکن جہاں ہیئتیں مخالف ہیں وہاں  
 ایک موج دوسری کو تلف کر دیتی ہے۔ (دیکھو شکل ۱۱)  
 ایک ایسا وقت فرض کرو جبکہ سفرے والے کے کان میں  
 دونوں موجیں ایک ہی ہیئت میں پہنچی ہیں۔ اس کے ایک  
 ثانیہ بعد زیادہ امتداد کے سر کے  $\lambda$  کا کل ارتعاش ہوتے

### شکل (۱۱)

مضربوں میں محیط ارتعاش کا تغیر

ہیں اور دوسرے کے  $\lambda$ ۔ یعنی اونچے امتداد کا  
 سر نیچے امتداد کے سر سے  $\lambda - \lambda$ ۔  $\lambda$  م ارتعاش زائد  
 کرتا ہے۔ اس ثانیہ میں ایک موج کا سلسلہ دوسری  
 موج کے سلسلے کے پیچھے ہوتا جاتا ہے۔ اور ثانیہ پھر  
 کامل  $\lambda$ ۔  $\lambda$  م طول موج پیچھے ہو جاتا ہے۔ پس اس  
 ثانیہ میں  $\lambda$ ۔  $\lambda$  م مرتبہ دونوں موجوں کے تسلسل  
 کی ہیئتیں موافق واقع ہوجاتی ہونگی اور اتنے ہی مرتبہ

سلاخ میں آواز کی رفتار  $\left[ \frac{1}{\rho} \right]$  ہے جہاں (ث) سے مراد سلاخ کی کثافت اور (م) سے مراد طولی فساد کے لئے لچک کا معیار یعنی یٹنگ کے لچک کا معیار ہے۔  
اگر  $\rho =$  آواز کی رفتار سلاخ میں  
اور  $\rho =$  طولی موج سلاخ میں

$$\rho = \frac{E}{L}$$

جس میں (ع) معلوم ہے اور (ل) سلاخ کے طول کا دو چند ہے۔ چونکہ یہ طول ناپ لیا جاسکتا ہے اس لئے رفتار  $\rho$  شمار ہو سکتی ہے۔  
سلاخ کی کثافت بھی چونکہ معلوم ہے۔ اور

$$\rho = \frac{E}{L}$$

پس سلاخ کے مادے کے لئے یٹنگ کا لچک کا معیار دریافت ہو جاتا ہے۔

### فصل (۲) ضربیں

جب تقریباً مساوی امتدادوں کے دو خالص سر ملکر جھٹکتے ہیں تو آواز کی حدت میں ووری تغیر محسوس ہوتے ہیں۔ یعنی مساوی وقفوں سے آوازیں بلند می اور پھر نسبتاً خاموشی محسوس ہوتی ہے۔ اس کیفیت کو ضرب کہتے ہیں۔ تقریباً ایک ہی تعدد کے دو دروازے جب ملا کر مرتعش کئے جاتے ہیں تو ضربیں صاف سنائی دیتی ہیں۔ فرض کرو ایک کا تعدد  $\rho$  ہے اور دوسرے کا  $\rho$ ۔ اور  $\rho$  سے  $\rho$  بڑا ہے تو فی ثانیہ جو ضربیں سنائی دینگیں ان کی تعداد (ن)

لمک دینے والے اسطوانے کا طول نہایت صحت کے  
مستحق ٹھیک کیا جاتا ہے۔ اس کے لئے بہت وقت صرف  
ہوتا ہے اور مشقت بھی اٹھانی پڑتی ہے۔ جب ایسے  
کئی ضد عقدہ نظر آنے لگیں تو ایک دوسرے سے کافی دور  
دو ضدوں کا درمیان فی فاصلہ تاپ لیا جائے۔ چونکہ  
کسی دو متصل ضدوں کے پیچ میں نصف طول موج کا  
فاصلہ ہوتا ہے، جو فاصلہ دور کے دو ضدوں میں ناپا  
جائے اس کو اس کے درمیان غبار کے ڈھیروں کی تعداد  
پر تقسیم کرنے سے نلی کی گیس میں آواز کا طول موج دریافت  
ہو جائیگا۔

اس کے بعد سلاح کا امتداد صوت پیمائے کے ذریعہ  
سے معلوم کر لیا جائے۔ (صفحہ ۲۸ پر صوت پیمائے کے  
تجربے بیان ہوئے ہیں دیکھ لے جائیں) مقابلہ کیلئے ایک  
معلوم تعدد ارتعاش کا سر پیدا کرنے کا دو شاخہ استعمال  
کیا جائے۔  
ضابطہ ذیل سے آواز کی رفتار نلی کی گیس میں دریافت  
ہو جائیگی۔

س = ع ل

اگر آواز کی رفتار گیس میں پھلے ہی سے معلوم ہو تو اس  
مساوات سے سلاح کے سر کے تعدد کی تعیین ہو سکتی ہے۔  
سلاح کے لئے ینگ کے لمب کے معیار کا شمار۔  
چونکہ ارتعاش کے وقت اس وضع میں سلاح کے وسط پر  
عقدہ ہوتا ہے اور اس کے دونوں سروں پر ایک ایک  
ضد عقدہ اس لئے اس کا طول اس کے مادے میں سر کے  
طول موج کا نصف ہے۔

سلاخ کو ٹھیک اس کے وسطی مقام پر کس کر باندھ دیا جائے اور رال لگے ہوئے ایک چمڑے یا کپڑے سے اس کو اس کے طول کی سمت میں تھپکا جائے۔ اس سے سلاخ طوئی ارتعاش کرنے لگے گی۔ اور اس کی جھبہ سے نلی کے اندر کی ہوا میں ارتعاش پیدا ہوگا۔ سلاخ کے سرے سے نلی کے بند سرے تک ہوا میں موجیں جائیگی اور دیان کاگ سے منعکس ہو کر واپس آئیگی۔ نلی کو تھوڑا تھوڑا سلاخ کی طرف بڑھاؤ تاکہ ہوائی اسطوانے کے طول میں ذرا ذرا تغیر واقع ہو۔ ہر نئے طول کے لئے سلاخ کو از سر نو تھپکتے جاؤ بالآخر ایک ایسی وضع مل جائیگی جس میں نلی کا ہوائی یاگیسی اسطوانہ سلاخ کے سر کے ساتھ لگدے دینے لگیگا۔ ایسی صورت میں نلی کے اندر کے سفوف کو بھی ہوا یاگیس کے ساتھ شدت کا ارتعاش ہوگا۔ حرکت موقوف ہونے پر غبار مینڈ کی شکلوں



### شکل (۱۰)

گنٹ کی نلی میں ضد عقدون کے پاس غبار کی وضع میں عقدون کے ضد کے پاس جمع ہوتا ہے۔ [اگر عرصہ تک سلاخ اور ہوائی اسطوانے کو مرتعش کیا جائے تو غبار ضد عقدون سے اڑ کر چھوٹے ڈھیروں کی شکل میں عقدون کے پاس جمع ہو جاتا ہے۔ یہ اسی وقت ممکن ہے جبکہ



$$۱ = س + ج و$$

$$پس ف م = س ا و + \frac{۱}{۲} ج و$$

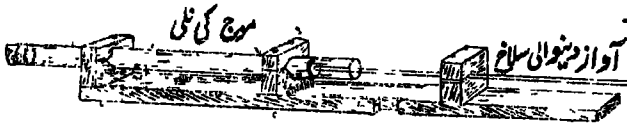
$$= ب و + ج و + \frac{۱}{۲} ج و$$

اسلئے کہ ف م حاملہ بھی اسی مدت میں طے ہوا ہے جس میں ف ا طے ہوا۔

$$پس ف م - ف ا = ج و$$

$$یا \frac{ف م - ف ا}{ج و}$$

چونکہ اس مدت (دو ثانیوں نہیں دن) ارتعاش وقوع میں آئے  
لہذا دو شاخہ کا تعدد ارتعاش =  $\frac{۱}{۲}$   
بجز بہ (۴) گنٹ کی غباری نلی۔ ایک نلی شیشہ کی کوٹی  
ایک میٹر لمبی اور ۵ سم اندرونی قطر کی بنسن کی مشعل پر  
بخوبی خشک کر لیجائے۔ نلی کا ایک سر کاگ سے بند کر  
کے اس کے اندر خشک کاگ یا لائنکو پوڈیم کا سفوف چھڑک  
دیا جائے۔ نلی ایک افقی محور پر کھائی جائے جتنی کہ سفوف  
(یا غبار) نلی کی دیواروں پر سے ٹھیک پہسلنے کے قریب  
پہنچے۔ ایک سلاخ کے سرے پر کاگ یا آبنو سے کی  
ایک ہلکی تختی باندھ کر یہ سلاخ نلی کے اندر داخل  
کیا جائے تختی نلی کی تراش سے کیقدر چھوٹی ہوئی چاہئے تاکہ  
سلاخ کا سراختی سمیت نلی کے اندر آزادی سے ارتعاش  
کر سکے۔



شکل (۹)  
گنٹ کی نلی

$$1 = \frac{1}{2} \text{ ج}$$

ایں مدت میں دو شاخے کے (ج) ارتعاش وقوع میں آئے۔ لہذا اس کا تعدد ارتعاش  $\frac{1}{2}$  ج ہے۔

(۲) اگر لکیر کا ابتدائی حصہ کافی واضح نہ ہو تو جہاں سے واضح حصہ شروع ہوتا ہے وہاں سے اوج یا حقیض پر نشان لگا کر (ن) موجیں گنیں تو اور (ن) ویں موج کے اوج یا حقیض پر نشان کر کے اس کے بعد کی اور (ن) موجیں گنیں۔ اور ان میں کا آخری اوج یا حقیض جہاں ختم ہوا سپر پچلے کی طرح نشان

کر لو۔ پھر ان (ن) موجوں کے فاصلے علیحدہ علیحدہ ناپو۔ فرض کرو پھلا فاصلہ ۱ ہے اور دوسرا ۲۔

پھلا اوج یا حقیض جس پر نشان کیا گیا ہے شیشہ پر قلم سے کہنے جاتے وقت اگر شیشے کی رفتار (ب) تھی اور (ن) موجیں (و) ثانیوں میں بنی ہیں، تو

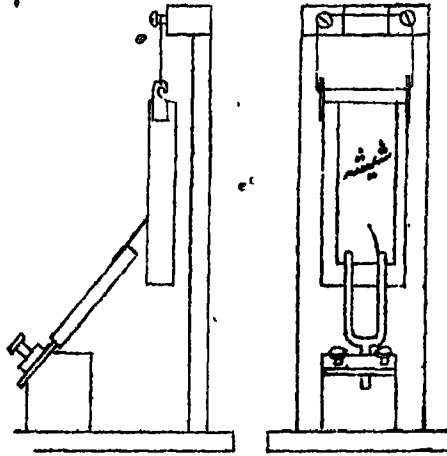
$$f = \frac{b}{n} + \frac{1}{2} \text{ ج و}$$

دوسرا اوج یا حقیض جس پر نشان کیا گیا ہے جب شیشہ پر کہنچا جا رہا تھا، فرض کرو شیشہ کی رفتار (ر) تھی

شکل (۸) سر پیدا کرنے کے دو شاخہ کی لکیر



اس کے بعد جب شیشہ کو دیکھو گے تو اس کی  
دہنی سطح پر ایک موجی لکیر نظر آئیگی جو شیشہ گرتے



شکل (۷)

گرتی ہوئی تختی کا آکھ

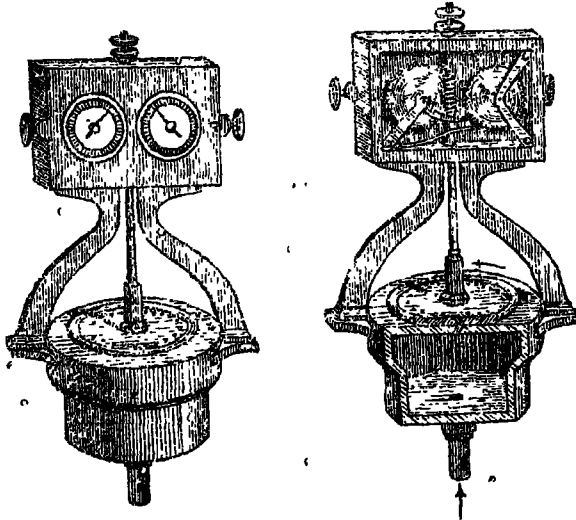
وقت دہوئیں پر قلم کی حرکت سے پیدا ہوئی۔ اس لکیر سے  
حسب طریقہ مہرہ ذیل دو شاخہ کا تعداد دریافت ہو سکتا ہے۔  
(۱) اگر لکیر کا ابتدائی حصہ بالکل واضح ہے تو پھلی  
موج سے آخری موج تک کا فاصلہ (ف) ناپ لو۔  
اور ان موجوں کی تعداد بھی گن لو۔ فرض کرو تعداد (د) ہے،  
چونکہ شیشہ اپنے وزن کی وجہ سے گرا (د) ثانیوں میں  
فاصلہ (ف) طے ہوا جو  $\frac{1}{2}g$  کے مساوی ہے اس لئے  
کہ شیشہ سکون کی حالت سے گرنا شروع کیا اور  
ابتداءً اس کی رفتار صفر تھی۔ پس

جھونکے پیدا ہوا ہے۔ پس تعدد ع ع ع ہو گا۔  
 گائُن کی رفتار کو ترتیب دیگر اُس کے سر کو کسی دے ہو  
 ہوے مرتعش جسم کے سر کے ساتھ ملانے سے اُس  
 مرتعش جسم کا تعدد ارتعاش دریافت ہو سکتا ہے کیونکہ  
 وہ گائُن کے تعدد یعنی ع ع ع کے برابر ہے۔  
 تجربہ (۲) گائُن کے ذریعہ امتداد کی یقین۔ (صفحہ ۳۶)  
 پر جو ہدایات دے گئے ہیں اُن کے بموجب عمل کر کے  
 گائُن کو کسی مرتعش دو شاخے یا بولتی ارگن نلی کے ساتھ  
 ہم سر کر دے۔ وہو کنی پر کے دباؤ اور اُس کی نلی کے سوراخ  
 کو ٹھیک کر کے تختی کی گردش کی شرح مستقل رکھو اور  
 اِس سے گائُن کا تعدد ارتعاش ع ع ع دریافت کر دے۔  
 یہی اُس دو شاخے یا ارگن نلی کے سر کا تعدد ہو گا۔  
 مندرجہ ذیل تجربوں میں تعدد کی یقین کے لئے

دوسرے طریقے اختیار ہوتے ہیں۔  
 تجربہ (۳) گرتی ہوئی تختی کے ذریعہ سر پیدا کرنے کے  
 دو شاخہ کے امتداد کی یقین۔ ایک ہلکا قلم یا موٹا بال  
 دو شاخہ کی ایک تختی پر کس کر باندھ دو تاکہ وہ ہلنے  
 شیشے کی ایک تختی کو ایک وزندار ٹیکن کے سہارے سے  
 لٹکا سکیں (شکل ۷)۔ ٹیکن کے سرے میں دو آپس نصب  
 کر کے شیشہ دبا گئے کے ذریعہ ان پر سے لٹکا یا  
 جا سکتا ہے۔ دو شاخہ کو ٹیکن پر ایسی جگہ باندھ دو  
 کہ اُس کی شاخ پر جو قلم یا بال لگایا جاتا ہے شیشہ کے  
 نیچے والے سرے کو خفیف سا چھوٹے۔ دو شاخہ کو  
 سارنگ کی کمان سے مرتعش کرو اور اپنیوں کے بیچ  
 میں سے دبا گا جلا کر شیشہ کو گرا دو۔

پس صندوقچہ کے سوراخ ترتیب وار بند ہوتے ہیں اور کھلتے ہیں۔ جب کبھی تختی کے سوراخ صندوقچہ کے سوراخوں پر واقع ہوتے ہیں تو ان میں سے ہوا کے جھونکے باہر نکل آتے ہیں۔ چونکہ اس عمل سے ہوا میں مہادی و فون سے تکثیف کی موجیں پیدا ہوتی ہیں اس لئے آواز محسوس ہونے لگتی ہے۔

دھڑکی کے سرے پر پیچ چکر اور دندانہ دار چرخ کے ذریعہ ڈائیلون پر تختی کے چکروں کی تعداد بتائی جاتی ہے۔ جس عرض مدت میں مقررہ چکر وقوع ہیں ان میں اس کو معلوم کر لینے سے تختی کے گہوڑنے کی شرح کی تعیین ہو سکتی ہے۔ فرض کردہ تختی اور صندوقچہ کے اوپر کے سرے میں (ع) سوراخ بنے ہیں اور تختی کے (د) ثانیوں میں (ع) چکر ہوئے تو اس عرض مدت (د ثانیوں میں) کل (ع) چکر ہوئے



شکل (۶) گائٹ

## دوسرا باب

تعدّد ارتعاش

فصل (۱) تعدّد کی تعیین کے طریقے

گائٹن

گائٹن ایک موسیقی آلہ ہے جس کی مختلف شکلیں ہوتی ہیں۔  
 حلی اغراض کے لئے اس کی سب سے زیادہ موزون  
 شکل گائٹنارڈ کی لاٹھری ایجاد ہے۔ ہوا کے ایک  
 صندوقچہ کی اوپر کی سطح میں مسادی فاصلوں پر سوراخوں کی  
 ایک دائری قطار بنائی جاتی ہے۔ جیسا کہ شکل (۶) میں  
 تراش کے ذریعہ بتایا گیا ہے سوراخ سطح پر عمودی نہیں  
 بلکہ توجّھے واقع ہیں۔ اس صندوقچہ پر اس کی اوپر کی سطح سے  
 بالکل متصل ایک دوسری مدور تختی ہے جس میں صندوقچہ  
 کی سطح کے متماثل سوراخ بنائے گئے ہیں۔ لیکن ان  
 سوراخوں کا میلان سطح کی مخالف سمت میں ہے۔ یہ  
 تختی صندوقچہ پر اس طرح گھومتی ہے کہ اس کے سوراخ  
 صندوقچہ کی سطح کے سوراخوں پر سے ٹھیک گزرتے ہیں  
 جب صندوقچہ کے اندر دباؤ کے ساتھ ہوا بھری  
 جاتی ہے تو ہوا اس کے سوراخوں میں سے نکلیں اور  
 تختی کے سوراخوں سے ٹکراتی ہے جس سے تختی اپنے  
 محور پر گھومنے لگتی ہے۔

گمک دینے والے ہوائی اسطوانے کا طول آسانی سے معلوم کر لیا جاتا ہے۔

دوسری قسم کی نلی کے لئے توضیح کی ضرورت نہیں۔ کنول کی شکل کے برتن کو (جو جو ض کا کام دیتا ہے) حسب ضرورت اوپر اٹھا کر یا نیچے اوتار کر نلی کے اندر پانی کی سطح کو ٹھیک کر سکتے ہیں۔ اور نلی کے ہوائی اسطوانے کا طول ایک معمولی میٹری پیمانے سے ناپ لیا جاسکتا ہے۔ گمک کی نلی کے طول کو ترتیب دو تا کہ مختلف دو شاخوں کے ساتھ یکی بعد دیگرے گمک دے اگر ممکن ہو تو ہر ایک دو شاخے کے لئے ہوائی اسطوانے کے گمک کے پھلے اور دوسرے طول دونوں معلوم کر لو۔

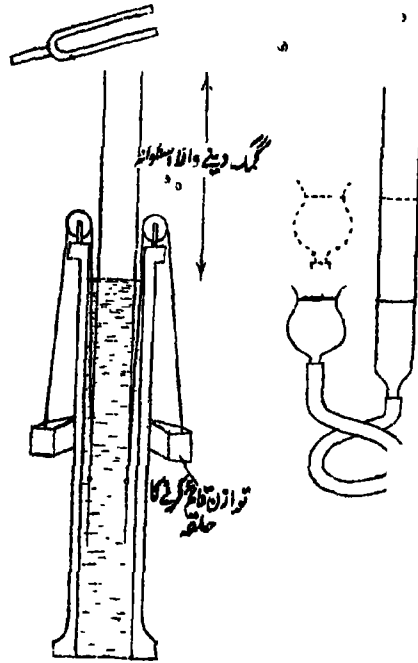
(۱) ان میں سے کسی ایک دو شاخہ کے معلوم تعدد کی مدد سے نلی کی ہوائیں آواز کی رفتار شمار کر دو۔ مگرے کی تپش دیکھ لو۔ اس تپش پر جو رفتار (مات) شمار ہوگی اس سے صفحہ (۳) کے ضابطہ مات =  $\frac{1}{4} + 1$  (دست)

کے ذریعہ صفر درجہ مٹی تپش پر کی رفتار نکالو۔

(۲) یا اگر آواز کی رفتار ہوائ میں صفر درجہ مٹی تپش پر معلوم ہو تو مگرے کی تپش پر رفتار کیا ہوگی حساب کر کے دریافت کرو اور پھر اس کے ذریعہ دئے ہوئے دو شاخہ کا تعدد ارتعاش ماخوذ کرو۔

(۳) نلی کے ذریعہ دو دو شاخوں کے طول موج دریافت کر کے ان کی نسبت سے دو شاخوں کے تعدد وین کی نسبت معلوم کرو اور خود ان دو شاخوں پر کندہ کئے ہوئے تعدد وین کی نسبت سے اس کا مقابلہ کرو اور دیکھو دونوں کس حد تک موافق ہیں۔

پہلی قسم میں پتیل کی ایک نلی جس کا بوجھ حلقہ کی شکل کے ایک وزن سے سنبھالا جاتا ہے پانی سے بھری ہوئی اوپری اسطوانی نلی کے اندر سے اوپر کو نکل آتی ہے۔



شکل (۵)  
گنگ کی نیلیاں

حلقہ کے وزن کی وجہ سے اندر والی نلی کو آسانی سے لہو پر یا نیچے مٹا سکتے ہیں۔ محور کے متوازی اسپر ایک پیمانہ (جس کا نصف نلی کے اوپر کے سرے پر ہوتا ہے) شستی میٹروں میں کندہ ہوتا ہے۔ باہر والی نلی کے ایک جانب شیشہ کا ڈریپچہ ہوتا ہے جس سے نلی کے اندر کی پانی کی سطح کا مقام پیمانہ پر پڑھ لیا جاسکتا ہے۔ (اس طرح



پس شماریں یہہ معصی طول استعمال ہو سکتی ہیں۔  
 اگر ل اور لہ دونوں دریافت ہو جائیں تو تصحیح کے  
 معلوم کرنے کی ضرورت نہیں اس لئے کہ لہ اور ل کا  
 تفاوت بکالنے سے تصحیح ساقط ہو جاتی ہے۔  
 اس طریقہ سے اگر معلوم تعدد کے دو شاخہ کے سر کا  
 طول موج (لہ) دریافت کر لیا جائے تو ٹی کی ہوا میں آواز  
 کی رفتار کا شمار ہو سکتا ہے۔ کیونکہ

$$س = ع \cdot لہ$$

(ع) معلوم ہے اور (لہ) کی قیمت دریافت کر لی گئی ہے  
 پس س کی قیمت بھی ماخوذ ہو جاتی ہے۔ اگر پھلے سے  
 س کی قیمت معلوم ہو تو اس تجربہ سے (ع) کو شمار کر لے  
 سکتے ہیں۔

یہی تجربہ اگر دو دو شاخوں سے کیا جائے تو ان کے تعددوں  
 کی نسبت کی یقین ہو سکتی ہے۔ اگر ایک دو شاخے کا  
 تعدد ع اور اس کے سر کا طول موج ہوا میں لہ فرض  
 کیا جائے اور دوسرے کا تعدد عہ اور طول موج لہم تو

$$س = ع \cdot لہ$$

$$س = عہ \cdot لہم$$

$$\frac{ع}{عہ} = \frac{لہ}{لہم}$$

تجربہ (۱)۔ گمک کی نلی۔ شکل (۱۵) کی دو قسم کی نلیوں  
 میں سے کسی ایک کو اس کام کے لئے استعمال کر سکتے ہیں

ہوتی ہے۔ یعنی کھلا سیرا ضد عقدہ اور بند سیرا عقدہ ہو۔ (شکل ۴) میں  
اس ارتعاش کی چند وضعیں بتائی گئی ہیں۔ ان کے دیکھنے سے معلوم  
ہوگا کہ نلی کا طول بالترتیب  $\frac{1}{4}$ ،  $\frac{3}{4}$ ،  $\frac{5}{4}$ ،  $\frac{7}{4}$ ،  $\frac{9}{4}$ ،  $\frac{11}{4}$  وغیرہ کے  
برابر ہے۔ جس میں  $\frac{1}{4}$ ،  $\frac{3}{4}$ ،  $\frac{5}{4}$ ،  $\frac{7}{4}$ ،  $\frac{9}{4}$ ،  $\frac{11}{4}$  وغیرہ اسطوانے کے ممکن  
ارتعاشوں کے طول موج ہیں۔

نلی کے کھلے سرے کے پاس ایک دو شاخہ کو ارتعاش میں  
لانے سے نلی کی ہوا میں مقیم ارتعاش پیدا ہوتا ہے اس لئے  
اُس میں دو شاخہ کے ارتعاش کی وجہ سے کھلے سرے سے  
شروع ہو کر بند سرے تک موسیقی موجیں گزرتی ہیں اور یہاں  
سے منعکس ہو کر واپس لوٹ جاتی ہیں۔

پس ایک معین سرے کے دو شاخہ کو اگر نلی کے کھلے سرے پر  
مرعش کر کے نلی کے ہوائی اسطوانے کے طول کو حسب ضرورت  
گھٹا بڑھا کر گمک پیدا کی جائے تو اسطوانے کا سب سے چھوٹا  
طول (۱) جو گمک دیگا ہے کے مساوی ہوگا جس میں  $\frac{1}{4}$  سے  
مراودو شاخہ کے سر کا طول موج ہے جو ہوا میں ناپا جاتا ہے۔

اس سے بڑے ہوائی اسطوانے کے طول کو جو دو شاخہ کے  
ساتھ گمک دیگا اگر  $\frac{3}{4}$  لکھا جائے تو  $\frac{3}{4}$  =  $\frac{3}{4}$  اس طرح  $\frac{5}{4}$  =  
 $\frac{5}{4}$  وغیرہ۔ پس واضح ہے کہ اس طریق عمل سے ہوا میں دو شاخہ  
کے سر کے طول موج کی تعیین ہو سکتی ہے۔

نلی کے قطر کی وجہ سے ایک خفیف تصحیح کی ضرورت ہوتی ہے  
طول (۱) ٹھیک ہے کے مساوی نہیں ہوتا ہے۔ اور نلہ  
ٹھیک ہے کے مساوی۔ اسطوانہ نلی کے لئے یہ تصحیح نصف  
قطر (ط) کے قریباً ہے ہوتی ہے

$$\text{یعنی صحیح طول} = \frac{1}{4} + \frac{\text{ط}}{4} = \frac{1 + \text{ط}}{4}$$

$$\text{اور} \quad \frac{3}{4} = \frac{3}{4} + \frac{\text{ط}}{4} = \frac{3 + \text{ط}}{4}$$

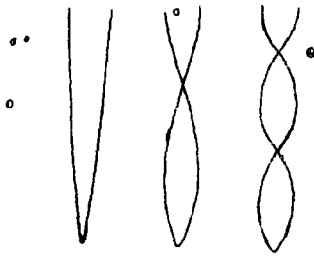
شکل (۳) میں فرض کرو باریک موچی خط سے مراد بائیں طرف کو جانوالی ایک موج ہے اور نقطہ دار خط سے مراد سیدھے جانب جانوالی ایک دوسری موج۔ ان دونوں کے عمل سے واسطہ کی جو اصل حرکت ہوگی موٹے خط کے ذریعہ بتائی گئی ہے یہاں وہی وقفوں سے حرکت کی پانچ صورتیں بتائی گئی ہیں۔ شکل کے ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ بعض نقطے (ع ا ع ا ع ا ع وغیرہ) کبھی حرکت نہیں کرتے ہیں اور بعض دوسرے ض ا ض ا ض ا ض وغیرہ خط کے اور نقطوں کی بہ نسبت بہت زیادہ حرکت کرتے ہیں۔ ع ا ع ا ع وغیرہ کو عقدہ کہتے ہیں اور ض ا ض ا ض وغیرہ کو ضید عقدہ۔

معتدلاً و قریب ترین عقدوں یا ان کے ضدوں کا درمیانی فاصلہ نصف طول موج کے برابر ہے۔ یا ایک عقدے اور اس کے متصل کے ضد عقدے کے درمیان ہے۔ طول موج فاصلہ ہے۔ ذیل میں جو تجربے بیان کئے جاتے ہیں ان میں اس نتیجہ سے مدد لی جائیگی۔

### گمک کی نلی

اگر کسی نلی کے طول میں مناسب طریقہ پر جب منشاء تبدیل کی جاسکتی ہے تو اس کے اندر کا ہوائی اسطوانہ

فردی ترتیب کے بعد مختلف سروں کے ساتھ گمک دے سکتا ہے۔ اگر نلی کا ایک ہرا بند ہو تو اس کے اندر کی ہوائی لپٹے ہر ایسا ارتعاش ممکن ہے جس میں نلی کے کھلے سرے کے پاس بے روک حرکت اور بند سرے کے پاس صفر حرکت



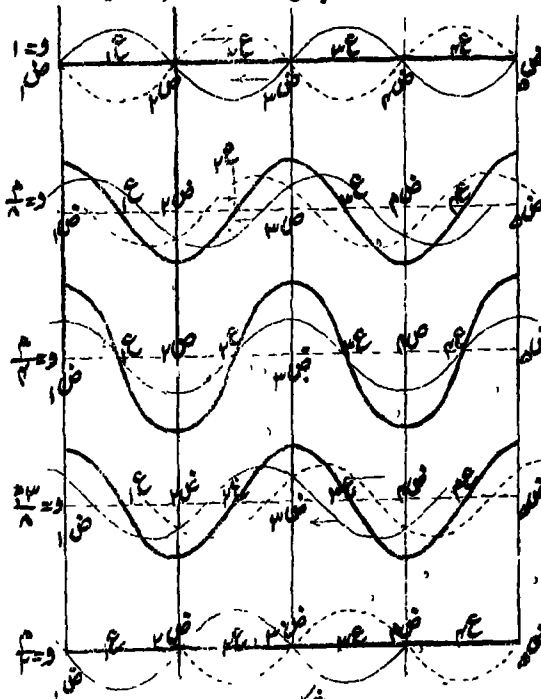
شکل (۴)

گمک کی نلی میں ہوا کے ارتعاش کی وضوح۔

پیدا ہو کر اس کی حرکت میں اضافہ ہوتا ہے۔ بالفاظ دیگر اس دو شاخیں نہ صرف اس کی ذاتی چمک کی وجہ سے ارتعاش شروع ہوتا ہے بلکہ اس کے قریب کی ہوا کی باقاعدہ حرکت سے اس پر علی التواتر موافق ہالٹوں میں مناسب قوتیں اثر کرنے لگتی ہیں۔ ان قوتوں کا اثر کو بغیر انا قابل لحاظ ہوتا ہے اجتماعی حیثیت سے اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ یہ دو شانہ وسیع جیلہ پر حرکت کرنے لگتا ہے۔ ایسے ارتعاشوں کا نام ملک ہے۔ ملک کی دوسری صورتوں کی توضیح بھی اس کے مشابہ ہو سکتی ہے۔

### مقیم ارتعاش

جب مساوی حدت کے موجوں کے ۲ سلسلے ایک واسطہ میں مخالف



شکل (۳)

مقیم ارتعاش (۳) میں موجوں کے ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔ جانب گزرتے ہیں تو واسطہ میں مقیم ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔

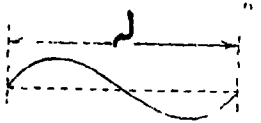
## فصل (۲) گنگ

## گنگ کا اصول

جب ایک ہی تعدد کے دو جسم ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں اور ان میں سے ایک مرتعش کیا جاتا ہے تو دوسرا جسم بھی اس کی وجہ سے ارتعاش کرنے لگتا ہے۔ جیسے ارتعاش ایسی صورتوں میں کافی بڑا ہو سکتا ہے۔ حتیٰ کہ پھلاہ جسم ساکن ہو جانے پر بھی دوسرے جسم کا ارتعاش دیر تک جاری رہنا ممکن ہے۔ یہ اصول نہ صرف آواز ہی پر صادق آتا ہے بلکہ تمام قسم کی ارتعاشی حرکتوں پر حاوی ہے۔ اس کے سمجھنے کے لیے فرض کرو دو ایک ہی سر کے دو شاخے قریب میں واقع ہیں اور ان میں سے ایک مرتعش کیا جاتا ہے۔ دوسرے دو شاخے کے پاس، ہوا کی موجی حرکت کی وجہ سے، باقاعدہ خلل، مادی و قفون سے پہنچیں گے۔ جب تکشف کی حالت پہنچے گی تو اس دو شاخہ کا قریب کا سرا پھلے دو شاخے سے ذرا سا دور ہٹا دیا جائیگا اور جب تلطف کی حالت پہنچے گی تو یہ سرا مسقدر نزدیک کہنچا جائیگا۔ چونکہ دونوں کے تعدد ایک ہیں دوسرے دو شاخہ کا سرا ہوا کی تکشف زائل ہوتے ہی طبعی طور پر حالت سکون میں واپس ہونے لگے گا اور اس وقت اس کے پاس کی ہوا میں پھلے دو شاخہ کے ارتعاش کی وجہ سے تلطف کی حالت شروع ہو جائیگی۔ اس لیے اس دوسرے دو شاخے کی حرکت واپسی تیز تر ہو جائیگی۔ خود اپنے معیار حرکت کی وجہ سے شاخ و فرع سکون میں اگر ٹہری نہیں بلکہ دوسرے جانب بڑھ جاتی ہے۔ ہوا کی تلطف عین اس موقع پر پیدا ہونے سے شاخ اس طرف اور آگے بڑھ جاتی ہے۔ اسی طرح جب وہ دوسری سمت میں حرکت کرنے لگتی ہے

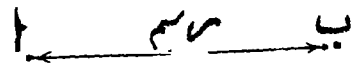
ہیک اس وقت ہوا میں (پھلے دو شاخے کے ارتعاش سے) تکشف

ساتھ لکھا گیا ہے۔ (۱) اب علم اگر اس کتاب کا چھٹا باب مکرر دیکھ لے تو بہت مناسب ہوگا۔  
 رتقار آواز، تعدد ارتعاش اور طول موج میں تعلق  
 فرض کر دیکھی واسطہ میں آواز کی رتقار س س سم فی ثانیہ ہے۔ ۱۲ اور  
 ب دو نقطے بوجن کے درمیان فاصلہ س سم ہے (دیکھو شکل ۱)



شکل (۲)

طول موج



شکل (۱)

رتقار اور تعدد

(۱) پر فرض کر دیکھ شخص مشاہدہ کر رہا ہے اور ب پر ایک  
 مبداء آواز واقع ہے جس کے شر کا تعدد (ع) ہے۔ ب سے  
 نکل کر ۱ تک پہنچنے کے لئے پہلی موج کو ایک ثانیہ کی مدت  
 چاہئے اس لئے کہ فاصلہ اب کا طول س لیا گیا ہے۔ پس  
 ۱ کے پاس جب پہلی موج پہنچتی ہے تو ب سے (ع) ویں موج  
 نکل رہی ہوتی ہے۔ لہذا ۱ اور ب کے بیچ میں ع موجیں ہوں گی  
 جو ۱ کی طرف آرہی ہوں گی۔ اگر ہر ایک موج کا طول (ل) ہو  
 شکل (۲) تو ۱ اب کا طول ع ل کے مساوی ہوگا جس سے مندرجہ  
 ذیل تعلق ماخوذ ہوتا ہے۔

$$س = ع \times ل$$

چپت کی مقدار بڑھی نہیں ہوتی ہے تو اس مساوات کو اس تقریبی شکل میں لکھ سکتے ہیں :

ست = ص (۱ + ۱/۲ ست)  
جس سے کسی معمولی پیش پر بھی آواز کی رفتار کا شمار ہو سکتا ہے، اگر صفر درجہ سی پر رفتار کی قیمت معلوم ہو۔

### امتداد اور تعدد ارتعاش

کسی سرگام موسیقی امتداد اس سر کو پتہ کرنے والے جسم کے تعدد ارتعاش (یعنی تعدد ارتعاش فی ثانیہ) کے تابع ہے۔ جو سر پالوکا وسطی سا کھلاتا ہے اس کا تعدد ارتعاش ۲۵۶ مانا جاتا ہے۔ اس امتداد کے لیے یہ تعدد غرض علی ضروریات کیوجہ سے مقرر ہوا ہے۔ کانسرٹ میں اس امتداد کا تعدد ۲۵۶ سے زیادہ ہے۔ امتداد کے بعض دوسرے سینڈرڈ (میار) اس علی سینڈرڈ سے اونچے ہوتے ہیں اور بعض نیچے۔

وسطی سا کے سر کا تعدد علی کامون میں ۲۵۶ مقرر کرنے سے اصل غرض یہ ہے کہ کسی سرگم میں بھی سا کا تعدد ایک صحیح عدد ہو۔ واضح ہو کہ

۲۵۶ = ۲<sup>۲</sup> × ۱۶  
دو سروں کا موسیقی بعد ان کے ارتعاشوں کے تعددوں کی نسبت کے تابع ہوتا ہے۔ ذیل میں مختلف اباجہ کے ارتعاشوں کی نسبتیں مندرج ہیں

|                    |     |                      |       |
|--------------------|-----|----------------------|-------|
| اوکیٹو (سرگم)      | ۱:۲ | مائز تہرڈ (سوم صغیر) | ۵:۴   |
| نفیثہ (ہیغم)       | ۲:۳ | بجرتون (کبیر سرتی)   | ۵:۹   |
| فورتہ (پہارم)      | ۳:۴ | مائز ٹون (صغیر سرتی) | ۹:۱۰  |
| بجرتہرڈ (سوم کبیر) | ۴:۵ | سی ٹون (نیم سرتی)    | ۱۵:۱۶ |

نوٹ بجانب مترجم۔ طریق کتابت، اصناف تعددوں وغیرہ کے متعلق ڈنکن اور سٹارٹنگ کی کتاب کے ترجمہ میں شرح و بسط کے

نویت کے لحاظ سے بدلتی ہے۔ اگر رفتار کو (س) قرار دیا جائے گا واسطہ کی  
چک کا میعار (م) اور اس کی کثافت (ث) تو  $s = \frac{m}{\theta}$   
اس ضابطہ میں موجی حرکت سے واسطہ میں جس قسم کا فساد وقوع میں  
آئیگا اس کی مناسبت سے (م) یعنی چک کا میعار قائم کیا جائیگا۔

گیس میں آواز کی رفتار پر تپش کا اثر

آواز کی موجیں جب کسی گیس میں سے گزرتی ہیں تو چک کا میعار (۷) لیا جاتا  
یہاں (۷) سے مراد وہ مستقل نسبت ہے جو گیس کی مستقل دباؤ  
کی حالت کی حرارت نوعی کو اس کی مستقل حجم کی حالت کی حرارت نوعی سے  
ہوتی ہے اور (د) سے مراد گیس کا دباؤ ہے۔ پس جب آواز کی رفتار  
(س) کسی گیس میں پائی جاتی ہے تو

$$s = \frac{m}{\theta} \quad (۷)$$

ث سے مراد گیس کی کثافت ہے۔

حرارت کے حصہ میں بتایا گیا ہے کہ  $\frac{1}{\theta} = s$  ت جہاں  
(س) گیس کا مستقل اور ت اس کی مطلق تپش ہے۔ اس لئے  $s =$   
ماہرین ت جس سے ظاہر ہے کہ س کو گیس کی مطلق تپش کے جذریہ مربع سے  
راست نسبت ہے۔

اگر گیس کے پھیلاؤ کی قدر کو (و) لکھا جائے (جس کی قیمت  $\frac{1}{2}$

$$\text{ہے) تو } \frac{1}{\theta} = 1 + \gamma$$

جس میں ت سے مراد تپش مٹی درجوں میں ہے۔

$$\therefore \text{آواز کی رفتار گیس میں ت مٹی پر} \quad s = \frac{1}{\theta} = \frac{1}{1 + \gamma}$$

$$\text{یا } s = \frac{1}{1 + \gamma}$$



بسم اللہ الرحمن الرحیم

طبیعیات علمی

برائے بی۔ اے

آواز

پہلا باب

تمہیدی نظریہ

فصل (۱) رفتار تعدد و طول موج

آواز پر جو علمی شقیں دیکھائی ہیں اکثر یا تو مختلف واسطوں میں آواز کی تعیین سے متعلق ہوتی ہیں یا امتداد اور اس سے منسوب امور تعدد ارتعاش اور طول موج سے کسی مادی واسطہ میں بھی آواز کی اشاعت ایک موجی حرکت کی شکل میں ہوتی ہے۔ مبادی آواز سے واسطہ میں ایک طرح کا خصل پیدا ہوتا ہے جو واسطہ میں منتقل ہوتا ہوا سننے والے کے کان تک پہنچ کر آواز کے احساس کا باعث ہوتا ہے۔

آواز کی رفتار جس واسطہ میں سے آواز گزرتی ہے اس کی

- ۱۱۵ فصل (۳)۔ انعطاف نماؤں کی تعیین
- ۱۲۱ پانچواں باب۔ مناظری تختہ
- ۱۲۱ فصل (۱)۔ مناظری تختہ کی تعمیر
- ۱۲۳ فصل (۲)۔ مناظری تختہ کے ساتھ تجربے
- ۱۳۴ چھٹا باب۔ مناظری آلات
- ۱۳۴ فصل (۱)۔ سادہ عدسہ کی تکبیری طاقت
- ۱۳۷ فصل (۲)۔ خورد ہیں
- ۱۴۴ فصل (۳)۔ دور بین
- ۱۵۰ فصل (۴)۔ مناظری قندیل
- ۱۵۴ ساتواں باب۔ طوف اور طیف پیم
- ۱۵۴ فصل (۱)۔ طیف بنائے کی ترکیب
- ۱۵۷ فصل (۲)۔ طیف پیم
- ۱۷۲ اٹھواں باب۔ ضیا پیمائی
- ۱۷۲ فصل (۱)۔ عام اصول
- ۱۷۵ فصل (۲)۔ ضیا پیمائی تجربے
- ۱۸۴ فصل (۳)۔ تنویر کی پیمائش
- ۱۸۷ روشنی پر مزید مشقیں
- ۱۹۰ ضمیمہ
- ۱۹۴ تنبیہ منجانب مترجم

# روشنی یا نور

~~~~~

۴۰	پہلا باب - ہندسی نور کے کلیے
۴۰	فصل (۱) - اختلاف نظر
۴۴	فصل (۲) - مستوی سطحوں سے انعکاس
۴۴	فصل (۳) - مستوی سطحوں میں روشنی کا
۵۳	انعطاف
۴۴	فصل (۴) - آتشی منحنیاں
۸۰	دوسرا باب - کروی آئینے
۸۰	فصل (۱) - تمہیدی نظریہ
۸۰	فصل (۲) - مقعر آئینہ میں حقیقی خیال کی
۸۵	پیدائش
۸۵	فصل (۳) - کروی آئینہ میں مجازی
۸۹	خیال کی پیدائش
۹۲	تیسرا باب - عدسے
۹۲	فصل (۱) - تمہیدی نظریہ
۹۲	فصل (۲) - عدسوں کے ساتھ آسان
۹۶	تجربے
۱۰۵	چوتھا باب - آئینوں اور عدسوں سے متعلق مزید تجربے
۱۰۵	فصل (۱) - کروی آئینہ کے انحناء کا
۱۰۵	نصف قطر
۱۱۱	فصل (۲) - عدسہ کا ماسکی طول

مضامین

آؤن

—(••)—

صفحہ

۱	پھلا باب - تمہیدی نظریہ
۱	فصل (۱) - رفتار، تعدد اور طول موج
۵	فصل (۲) - گنگ
۱۲	دوسرا باب - تعدد اور تعاش
۱۲	فصل (۱) - تعدد کی تعین کے طریقے
۲۰	فصل (۲) - ضربیں
۲۴	تیسرا باب - تنے ہوئے تار کا عرضی ارتعاش
۲۴	فصل (۱) - عرضی موجوں کی اشاعت
۲۴	تنے ہوئے تار پر سے
۲۶	فصل (۲) - تنے ہوئے تار کے
۲۶	مقیم ارتعاش
۳۶	فصل (۳) - تہنیمات موسیقی آلات کو
۳۶	ہم سر کرنے سے متعلق
۳۸	آواز پر مزید علی مشقیں

کافی تجربے درج ہیں۔ میلڈے کا تجربہ البتہ اس میں شریک نہیں ہے۔ مترجم نے عثمانیہ یونیورسٹی کے بی۔ اے کے لئے ڈٹکن و سٹارنگ کی کتاب آواز کا جو ترجمہ کیا ہے اس میں یہ مضمون اپنی طرف سے بڑھا دیا ہے۔ طبیعی مناظر کے تجربے بھی اس کتاب سے خارج ہیں۔ اس لئے اسی نصاب کی کتاب نور میں مترجم اپنی طرف سے جو زائد مضمون بطور ضمیمہ لکھ رہا ہے اس میں منجملہ اور امور کے تداخل نور و طول موج وغیرہ کے تجربے بھی شامل کئے جا رہے ہیں۔ لہذا مناسب نہیں سمجھا گیا کہ ان کو اس کتاب میں بھی درج کیا جائے فقط

تمہید منجانب مترجم

— (♦) —

اصل کتاب کی تمہید میں ڈاکٹر ایچ۔ ایس۔ ایلن اور پچ موگر نے اس کی صراحت کر دی ہے کہ کتاب کا بیشتر حصہ ابتدائی کنگز کالج لندن کے فزکس کی ابتدائی جماعتوں کے طلباء کے لئے بطور مختصر ہدایات لکھا گیا تھا۔

بعد میں جب اس کو کتاب کی شکل میں منضبط کرنے کی تجویز ہوئی تو انہوں نے نہ صرف طبیعیات کے طلباء کی ضرورتوں کو مد نظر رکھ کر تجربوں کا انتخاب کیا بلکہ انجینئرنگ اور طب وغیرہ کے طالب علموں کے عملی امتحانوں کی بھی رعایت رکھی۔ اکثر تجربے آسان ہیں اور کم قیمت آلات کے ذریعہ عمل میں آسکتے ہیں۔ بیش قیمت اور مکمل آلات سے تجربہ کرنے میں طالب علم کو کم محنت اٹھانی پڑتی ہے اس لئے کہ ان کی جیلی ترتیبیں پہلے ہی سے درست ہوتی ہیں۔ صرف چند امور کا مشاہدہ کر کے نتائج قلمبند کرنا پڑتا ہے۔ اس سے اس کی فراست اور باریک بینی کی کافی تربیت نہیں ہو سکتی اور وہ بطور خود کسی نئے تجربہ لینے اپنے ذہن سے مناسب آلات ترتیب نہیں دے سکتا۔

ہندوستان میں بھی اس کتاب کو عام مقبولیت حاصل ہے، چنانچہ وہ ہمیشہ بی۔ اے اور بی۔ ایس سی کی جامعوں کے عملی نصاب میں داخل ہوتی ہے۔ آواز پر اس میں

✓
u

524
A40T A

2348

10/11/15



F.A.L.

۷
۱۲
۱



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

طبیعیات عملی

جلد اول (آواز و روشنی)

ترجمہ ٹکٹ بہ آف پراکٹیکل فزکس مصنف سچ بیس۔ ایڈیٹر سچ مور لکچرار انگریز کالج
(لندن یونیورسٹی)
معد ترمیم و اضافہ
برائے بی۔ اے۔

مولوی محمد عبد الرحمن خان صاحب بی بیس۔ سی آئزر (لندن)
شوئیٹ آف دی رائل کالج آف سائنس (لندن) فیو آف دی فزیکل سوسائٹی آف لندن
پروفیسر فزکس (طبیعیات) نظام کالج
۱۹۲۱ء

عَبْدُ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

DELHI UNIVERSITY LIBRARY

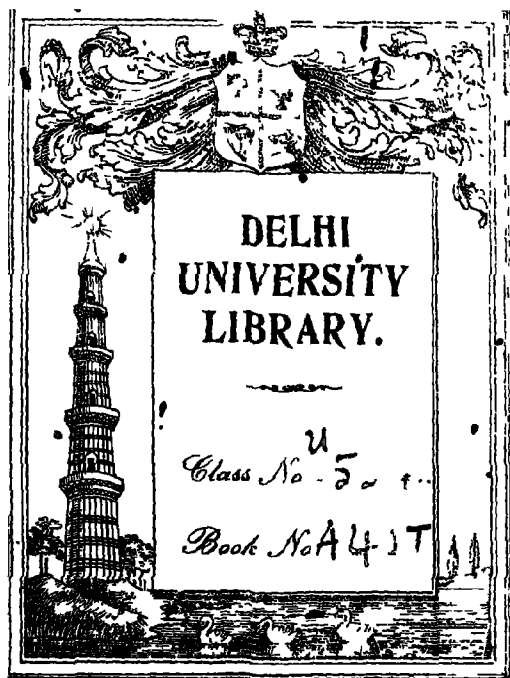
Cl. No. C

168N21.1

Date of release for loan

Ac. No. 2348

This book should be returned on or before the date last stamped below. An overdue charge of one anna will be charged for each day the book is kept overtime.



**DELHI
UNIVERSITY
LIBRARY.**

Class No. 504

Book No A417